UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PRPPG
Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional– PROFQUI

VICENTE MAXIM DA SILVA ARAUJO

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA ABORDAGEM DO CONTEÚDO REAÇÕES QUÍMICAS ARTICULADO À TEMÁTICA CONVERSÃO CATALÍTICA

RECIFE - PE

2020

VICENTE MAXIM DA SILVA ARAUJO

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA ABORDAGEM DO CONTEÚDO REAÇÕES QUÍMICAS ARTICULADO À TEMÁTICA CONVERSÃO CATALÍTICA

Dissertação apresentada ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Química (ProfQui) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Química.

Orientadora:

Prof.ª Drª. Ângela Fernandes Campos

RECIFE - PE

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V632r Araújo, Vicente Maxim da Silva
Resolução de Problemas na Abordagem do Conteúdo Reações Químicas Articulado à Temática Conversão Catalítica / Vicente Maxim da Silva Araújo. - 2020.
117 f. : il.

Orientadora: Angela Fernandes Campos.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, 2021.

1. Resolução de problema. 2. Sequência didática. 3. Aprendizagem. 4. Reações químicas. 5. Conversão catalítica. I. Campos, Angela Fernandes, orient. II. Título

CDD 540

VICENTE MAXIM DA SILVA ARAUJO

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA ABORDAGEM DO CONTEÚDO REAÇÕES QUÍMICAS ARTICULADO À TEMÁTICA CONVERSÃO CATALÍTICA

Dissertação apresentada ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Química (ProfQui) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Química.

Orientadora:

Prof.ª Drª. Angela Fernandes Campos

Aprovada em 20/11/2020

BANCA EXAMINADORA

Angela Fernandes Campos

Profa. Dra. Angela Fernandes Campos - UFRPE - Orientadora

Lucas dos Santos Fernandes

Prof. Dr. Lucas dos Santos Fernandes – UNIVASF – 1º Examinador

Flávia C. Guinhos

Profa. Dra. Flávia Christiane Guinhos de M. B. Silva – UFRPE – 2ª Examinadora

Angela V Almeida

Profa. Dra. Maria Angela Vasconcelos de Almeida – UFRPE – 3ª Examinadora

Recife – PE

2020

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, aos meus filhos e a minha querida esposa pela dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, criador do universo, por conceder-me a vida e tudo aquilo que estar contido nela: as pessoas, os momentos, as oportunidades, as derrotas e as conquistas.

À minha esposa, Ana Paula pela paciência, auxílio, companheirismo e pela colaboração dada durante a realização desse trabalho.

Aos meus queridos e amados filhos, Vitor Manuel e Ana Heloise, por dar sentido a minha vida e as minhas lutas.

Aos meus adorados pais, Francisco Araújo e Maria Socorro pela dedicação e tempo dispendido na minha criação como ser humano íntegro e respeitoso.

Aos meus irmãos, Franciraldo, Francimar, Francisco Filho, Francineide, Márcio, Fátima e Andrea pela infância maravilhosa que tivemos juntos.

Aos colegas de classe do Profqui 2018.2, Artur, Ana Paula, Maresco, Newton, Newton Antas, Neylandia, Damião, Juliana, Leandro, Roberto, Rafaela, Jean, Halana, David, Shirley, Rinaldo, Aline, João e Mário, pelos ótimos momentos divididos durante a caminhada para atingir esse objetivo.

A minha orientadora, Ângela Campos, pela paciência em compreender as minhas dificuldades e respeitar os meus limites e dessa forma ajudar-me na conclusão desse projeto.

À professora, Ângela Almeida (ex-coordenadora), a Bruno Leite (coordenador) e Euzébio Simões (vice coordenador) por estarem disponíveis as nossas solicitações.

Ao Secretário, André, pelo ótimo atendimento à frente da secretaria do ProfQui-UFRPE

Ao amigo, Jocimário Alves, pela companhia e pelos descontraídos instantes de boas conversas e orientações nas nossas viagens de João Pessoa a Recife e de Recife a João Pessoa.

“...Ensinar nunca será forçar uma aprendizagem, mas contribuir para despertar a energia que possa produzi-la naturalmente”.

Amelia Domingues de Castro

RESUMO

Neste estudo é proposto um produto educacional – Sequência Didática- pautado na abordagem por resolução de problemas (ABRP) para construção de conhecimento sobre o conteúdo de reações químicas, articulada a temática conversão catalítica em motocicletas, para estudantes do primeiro ano do ensino médio. A abordagem por resolução de problemas representa uma estratégia didática pertinente, uma vez que trata-se de uma metodologia que oportuniza uma aprendizagem ativa e significativa na vida dos estudantes, utilizando a resolução de uma situação-problemática contextualizada como ponto de partida para a construção do conhecimento desses estudantes. Para o desenvolvimento desse trabalho de pesquisa foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos: elaboração do enunciado de um problema vinculado a temática reações químicas, elaboração de uma avaliação diagnóstica, elaboração de uma sequência de ensino e aprendizagem e construção de um instrumento de avaliação das percepções dos estudantes em relação à sequência didática proposta. Esta pesquisa encontra-se dentro de uma perspectiva qualitativa com objetivos de abordagem descritiva relacionada ao produto educacional. Tem como finalidade, além da construção de conhecimentos de forma autônoma pelos estudantes, a construção de um produto educacional que será disponibilizado nos sites do Profqui-Nacional, Profqui – UFRPE, RPEQ-UFRPE e no MEC. Também, poderá servir de inspiração de trabalho para outros docentes de química que lecionam no ensino básico.

Palavras-chave: Resolução de problema; Sequência didática; Aprendizagem; Reações químicas; Conversão catalítica.

ABSTRACT

In this study, an educational product is proposed - Didactic Sequence - based on the problem solving approach (ABRP) to build knowledge about the content of chemical reactions, articulating the thematic catalytic conversion in motorcycles, for students in the first year of high school. The problem-solving approach represents a relevant didactic strategy, since it is a methodology that provides an active and meaningful learning in the students' lives, using the resolution of a contextualized problematic situation as a starting point for the construction of the knowledge of these students. For the development of this research work, the following methodological procedures were adopted: elaboration of the statement of a problem related to chemical reactions, elaboration of a diagnostic evaluation, elaboration of a teaching and learning sequence and construction of an instrument to evaluate the perceptions of the students. students in relation to the proposed didactic sequence. This research is within a qualitative perspective with the objective of a descriptive approach related to the educational product. Its purpose is, in addition to the construction of knowledge autonomously by students, the construction of an educational product that will be available on the websites of Profqui-Nacional, Profqui - UFRPE, RPEQ-UFRPE and MEC. It can also serve as a work inspiration for other chemistry teachers who teach in basic education.

Keywords: Problem solving; Following teaching; Learning; Chemical reactions; Catalytic conversion.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

ABRP – Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

BNCC – Base Nacional Comum curricular

MEC – Ministério da Educação

NR – Não respondida

PBL – Problem-Based Learning

PROFQUI – Programa Nacional de Mestrado em Química

PRPPG – Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

RI – Resposta Insatisfatória

RP – Resolução de Problema

RPEQ – Resolução de Problemas no Ensino de Química

RPS – Resposta parcialmente satisfatória

RS – Resposta satisfatória

SD – Sequência Didática

SDL - Self-Directed Learning

SP – Situação-Problema

TLS – Teaching Learning Sequences

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Triângulo - aspectos do conhecimento químico. 18

Figura 2: Focos de interesse da química. 20

Figura 3: Recipiente na forma de H utilizado por Landolt séc. XIX 30

Figura 4: Leis ponderais em nível microscópico 32

Figura 5: Reação entre sódio metálico e água 34

Figura 6: Produção de cal a partir da decomposição do calcário 35

Figura 7: Reação de hidrogenação do eteno em uma superfície de metal catalítica 36

Figura 8: Ciclo de aprendizagem na ABP, modificado Hmelo-Silver, 2004. 40

Figura 9: Sequência metodológica do ensino e aprendizagem baseados na resolução de problemas. 42

Figura 10: Losango didático que descreve o planejamento de uma sequência de ensino e aprendizagem. 52

Figura 11: Conversor catalítico em motocicletas. 57

Figura 12: Energia de ativação de uma reação química com e sem catalisador 58

Figura 13: Modelo atômico/molecular da reação metano e oxigênio 63

Figura 14: Reação de combustão do metano 64

Figura 15: Reações químicas: os primórdios 70

Figura 16: Vídeo sobre conversor catalítico de motocicletas. 75

Figura 17: Texto sobre a importância do conversor catalítico no escapamento 75

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1: questão Nº 1 da avaliação diagnóstica 60

Quadro 2: questão Nº 2 da avaliação diagnóstica 61

Quadro 3: questão Nº 3 da avaliação diagnóstica 63

Quadro 4: questão Nº 4 da avaliação diagnóstica 65

Quadro 5: Avaliação diagnóstico 68

Quadro 6: Leitura e apresentação do problema 68

Quadro 7: Aula expositiva e explicativa 69

Quadro 8: Exposição de vídeo sobre a história das reações químicas. 69

Quadro 9: Realização de aulas experimentais. 71

Quadro 10: Utilização de modelo atômico/ molecular (utilização de massa de modelar e palitos de dente). 72

Quadro 11: Exposição de um vídeo sobre o tema envolvendo o problema proposto: transformações que ocorrem em um conversor catalítico. 74

Quadro 12: Apresentação das respostas ao problema 76

Quadro 13: Assertivas para o posicionamento dos estudantes. 77

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 14

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 18

CAPÍTULO 1 18

1. **AS REAÇÕES QUÍMICAS E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO NOS ESTUDANTES.** 18

CAPÍTULO 2 27

2. **CONCEITOS BÁSICOS NECESSÁRIOS AO ESTUDO DAS REAÇÕES QUÍMICAS.** 27

2.1 Transformações físicas e químicas da matéria. 27

2.2 Evidências macroscópicas: determinação da ocorrência de uma reação química. 28

2.3 Leis que regem as massas dos reagentes e produtos. 28

2.4 Equação química: nível representacional. 32

2.5 Balanceamento das reações químicas. 37

CAPÍTULO 3 39

3. **O ENSINO POR UMA ABORDAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (ABRP).** 39

3.1 Definições de Problemas no contexto da ABRP. 44

3.2 Tipologia de problemas. 45

3.2.1 Problemas científicos. 45

3.2.2 Problemas do cotidiano. 46

3.2.3 Problemas escolares. 47

3.2.3.1 Problemas escolares qualitativos 47

3.2.3.2 Problemas escolares quantitativos 48

3.2.3.3 Problemas escolares pequenas pesquisas 48

3.3 Diferença entre exercício e problema. 48

3.4 Os personagens da ABRP: como devem atuar professor e estudantes. 49

CAPÍTULO 4 51

4. **SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.** 51

CAPÍTULO 5 54

5. **PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO.** 54

5.1 Contexto de Possibilidade de Aplicação da Pesquisa. 54

5.2 Procedimentos Metodológicos 55

5.2.1 Elaboração do problema 55

5.2.2 Elaboração de uma avaliação diagnóstica 60

5.2.3 Elaboração da sequência de ensino e aprendizagem. 67

5.2.4 Investigação das percepções dos estudantes após a vivência de uma sequência didática pautada na resolução de problemas articulada a temática conversão catalítica em motocicleta. 76

CAPÍTULO 6 78

CONSIDERAÇÕES FINAIS 78

REFERÊNCIAS 80

ANEXOS 84

APÊNDICE 89

INTRODUÇÃO

O estudo das reações químicas desempenha importante papel por servir de base para a aprendizagem de outros conhecimentos do ensino médio e para a compreensão, por parte dos estudantes, das diversas transformações ocorridas na matéria, representando um dos conceitos fundamentais do conhecimento químico.

Rosa e Schnetzler (1998) destacam a importância do conhecimento químico pelos cidadãos atuais com o objetivo de despertar para uma consciência crítica a respeito dos avanços tecnológicos da sociedade. Nessa perspectiva, assumem que o estudo das transformações químicas representa importante papel para o entendimento dos impactos ambientais causados pela indústria química. A exemplo, a produção crescente de lixo, em específico, os plásticos descartáveis que representam um grande desafio para a sociedade atual e futura, bem como as ações que esses cidadãos deverão desenvolver no enfrentamento a esse problema.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino médio recomenda que o processo de aprendizagem seja baseado em competências e habilidades, destaca a figura do estudante como ser protagonista desse processo e, portanto, espera-se que sobre o estudo dos fenômenos e das transformações na natureza, o estudante seja capaz de:

> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2018, p. 556)

Atualmente, o ensino de química que ainda predomina nas escolas é, essencialmente, o tradicional. Essa metodologia centrada no professor, tem o aluno como o agente passivo no processo educativo. Segundo Schnetzler e Aragão (1995) o ensino tradicional representa uma prática de ensino conduzida na sua exclusividade para a retenção, por parte do aluno, de enormes fardos de informações passivas, com a intenção de que essas sejam memorizadas, recordadas e remitidas nos mesmos termos em que foram apresentadas no momento de se fazer os exames avaliativos.

Por essa razão, esse modelo de ensino tem se mostrado pouco eficiente no que diz respeito ao aprendizado dos estudantes. Logo, torna-se necessário adotar uma metodologia que proporcione uma aprendizagem que faça sentido na vida desses estudantes. Autores como Cachapuz, Praia & Jorge (2002) têm enfatizado a

relevância de se utilizar a metodologia baseada na resolução de problemas com a finalidade da construção do conhecimento científico, desenvolvimento de conceitos, procedimentos, atitudes e valores nos estudantes.

A metodologia de ensino por resolução de problemas pode ser considerada importante estratégia de aprendizagem, uma vez que se trata de uma perspectiva construtivista, permite a participação dos alunos, dando aos mesmos a possibilidade de uma aprendizagem ativa e significativa. Azevedo (2010) acrescenta que um dos objetivos dessa abordagem “é proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer.”

Baseado no que fora discutido anteriormente, esse trabalho de pesquisa tem como intuito a construção de conhecimentos relacionados ao conteúdo reações químicas, fundamentando-se no ensino por resolução de problemas.

A escolha pelo conteúdo de reações químicas surgiu da sua importância dentro do programa da disciplina química e por considerá-lo conceito estruturante, sendo a base para compreensão de outros conceitos em Química, como por exemplo, ligações químicas, equilíbrio químico, termoquímica, cinética química dentre outros. Também, por estar presente nos currículos dos ensinos fundamental, médio e superior e em várias situações do cotidiano. Além, é claro, tem a intenção de provocar a curiosidade, a respeito da temática, fazendo com que os estudantes possam refletir e compreender a importância das transformações químicas em diversas atividades da vida humana e no meio ambiente. A escolha pela temática conversão catalítica em motocicleta ocorreu a partir do momento em que o pesquisador e autor desse trabalho percebeu que muitos dos seus estudantes e/ou seus familiares usam a motocicleta como meio de transporte para se locomoverem de suas residências até a escola e a outras localidades e, em alguns casos, também utilizam esse meio de transporte como ferramenta de trabalho (motoboys). Parte desses estudantes/ familiares retiram ou modificam os canos de escape desses veículos, causando um barulho ensurdecedor e aumentando a emissão de gases poluentes na atmosfera, uma vez que no escape se encontra o conversor catalítico, equipamento responsável pela transformação de substâncias tóxicas e poluentes provenientes da combustão no motor em outras substâncias menos prejudiciais ao meio ambiente.

Pelo exposto, a presente investigação pretende responder a seguinte questão de pesquisa: De que forma a aprendizagem baseada na resolução de problemas pode contribuir para a construção do conhecimento, sobre a temática reações químicas articulada a conversão catalítica em motocicletas, por parte dos estudantes do primeiro ano do ensino médio?

Com a finalidade de responder ao problema de pesquisa, temos o seguinte objetivo geral:

- Propor uma sequência didática focada numa abordagem baseada na resolução de problemas que trata do conteúdo de reações químicas, especificamente, relacionado com a conversão catalítica em motocicletas, para estudantes do primeiro ano do ensino médio.

E como objetivos específicos,

- Construir um instrumento de coleta de dados que permita diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre reações químicas;
- Elaborar uma sequência didática pautada na resolução de problema envolvendo a temática conversão catalítica para discussão de aspectos químicos relacionados a reações químicas;
- Elaborar um instrumento de coleta de dados que permita identificar as percepções dos estudantes após a aplicação de uma sequência didática pautada na resolução de problemas que envolve o conteúdo reações químicas articulado a temática conversão catalítica em motocicletas.

Para clareza e compreensão, o presente trabalho de pesquisa foi organizado e dividido em capítulos da seguinte maneira:

O primeiro capítulo trata das reações químicas na construção do conhecimento químico nos estudantes do ensino médio, levando em consideração a importância do conceito e as concepções de estudantes sobre a temática.

No segundo capítulo são discutidos os conceitos fundamentais que auxiliam no entendimento do conceito de reações químicas, tais como fenômenos, equação química e simbologia, propriedades macroscópicas, conservação da massa.

No terceiro capítulo são descritos os conceitos relativos a abordagem por resolução de problemas; como conceituar o que é problema; diferenciar um

problema de um exercício; quais os tipos de problemas de acordo com os autores que são referenciais teóricos deste estudo.

O quarto capítulo versa sobre as sequências didáticas (SD), o que é, como elaborar, sua importância para o processo de ensino e aprendizagem, como desenvolver uma sequência didática estruturada a uma situação-problema.

O quinto capítulo mostra o percurso metodológico que orientou o desenvolvimento desse trabalho de dissertação, representando assim uma das etapas estruturantes e principais para uma boa condução dessa atividade de pesquisa.

O sexto capítulo versa sobre as considerações finais. Neste tópico foram resgatadas as discussões a respeito dos objetivos do trabalho, as percepções e aspirações em relação a aplicação do produto, quais as dificuldades e limitações para produção desse produto e o porquê de se usar uma metodologia diferenciada no contexto escolar.

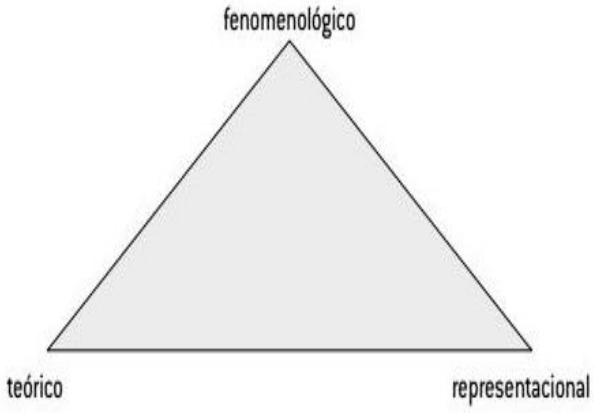
CAPÍTULO 1

1. As Reações Químicas e a construção do conhecimento químico nos estudantes

Neste tópico trataremos da importância do conceito de reações químicas na construção de conhecimentos e as concepções dos alunos sobre o tema a partir de alguns autores que executaram pesquisas sobre o assunto com alunos do ensino médio.

Para Mortimer e Machado (2016), a melhor forma de abordar conceitos da química é levando em consideração a distinção entre os três aspectos do conhecimento químico: o fenomenológico, teórico e representacional (figura 1).

Figura 1: Triângulo - aspectos do conhecimento químico**.**



Fonte: Mortimer e Machado (2016).

Segundo Mortimer e Machado (2016), os aspectos fenomenológicos podem ser visíveis a olho nu, como na mudança de estado físico de uma substância, mas também podem ocorrer de forma que seja preciso recorrer a equipamentos para serem detectados, como no caso das interações radiação-matéria. A reprodução dos fenômenos não se restringe apenas aos laboratórios, mas podem ser notados, inclusive nas atividades sociais. Uma outra questão levantada pelos autores é que quando os professores consideram os fenômenos estudados ou vividos pelos alunos, abrem um diálogo com estes e possibilita que eles compartilhem suas experiências.

De acordo com Mortimer e Machado (2016), no aspecto representacional estão inseridas informações inerentes à linguagem química, a exemplo, fórmulas e equações químicas, modelos representacionais, gráficos e equações matemáticas. Para esses autores, a escola de ensino básico, muitas vezes, enfatiza prioritariamente este aspecto e desconsidera a importância dos outros dois. É necessário um tratamento por igual dos três aspectos, para que os alunos não comecem a pensar que fórmulas, equações e modelos são reais.

A seguir apresentamos algumas das principais equações que ocorrem em um catalisador automobilístico. Segundo (Carvalho e Rangel, 2003) nas equações de (1) a (3) temos a oxidação do monóxido de carbono e de hidrocarbonetos em dióxido de carbono e água. Nas equações de (4) a (6) temos a redução de óxidos de nitrogênio a gás nitrogênio:

$$CO + 1/2\ O_2 \longrightarrow CO_2 \quad (1)$$

$$\text{Hidrocarbonetos} + O_2 \longrightarrow H_2O + CO_2 \quad (2)$$

$$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2 \quad (3)$$

$$NO\ (\text{ou } NO_2) + CO \longrightarrow 1/2\ N_2 + CO_2 \quad (4)$$

$$NO + H_2 \longrightarrow 1/2\ N_2 + H_2O \quad (5)$$

$$\text{Hidrocarbonetos} + NO \longrightarrow N_2 + H_2O + CO_2 \quad (6)$$

Mortimer e Machado (2016) ressaltam ainda a maneira como os conceitos/teorias devem ser desenvolvidos para que haja uma significação na aprendizagem dos alunos. Para eles, os currículos tradicionais utilizam como pressuposto a ideia de antecipação dos conceitos em detrimento a qualquer outra forma de conhecimento químico. Além do mais, os conceitos devem ser treinados exaustivamente. Por assim sendo, esses autores questionam essa abordagem de ensino e orientam que as relações entre os conceitos sejam estabelecidas a partir de suas aplicações, logo para os autores, os conceitos são concebidos a partir de seus contextos de aplicação.

Reverberando com os autores Mortimer e Machado (2016), a BNCC (2018) destaca que no ensino das ciências naturais os conhecimentos conceituais devem ser estruturados em leis, teorias e modelos. Sendo considerados como pontos essenciais para a explicação dos fenômenos naturais: a elaboração, a interpretação e aplicação de modelos explicativos.

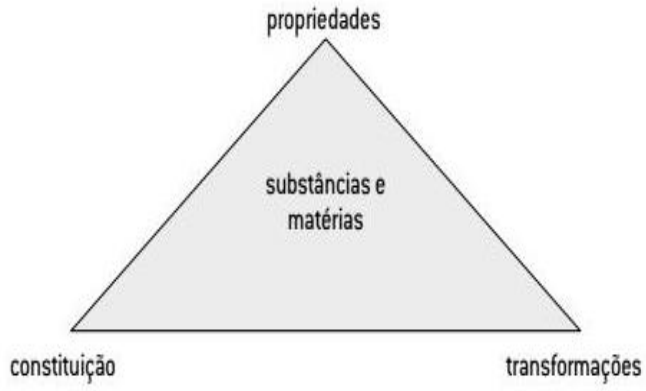
Corroborando com Mortimer e Machado (2016), os autores Atkins, Jones e Laverman (2018) descrevem que a química funciona em três níveis: o nível macroscópico, o nível microscópico e o nível simbólico.

Para Atkins, Jones e Laverman (2018) no nível macroscópico (fenomenológico) conseguimos enxergar as transformações como quando ocorre a queima de um combustível, uma folha muda de cor no outono ou uma fita de magnésio que queima brilhantemente no ar. O nível microscópico (teórico), que representa o nível mais elucidativo do estudo da matéria, é quando a química examina as transformações em termos de reordenamento de átomos. E, por fim, o nível simbólico (representacional) trata-se da descrição das transformações químicas por meio dos símbolos químicos e equações matemáticas.

De acordo com Atkins, Jones e Laverman (2018), o químico reflete no nível microscópico, realiza experimentos no nível macroscópico e representa esses dois níveis através de símbolos, nível simbólico.

Ainda de acordo com Mortimer e Machado (2016) os objetos de investigação da química ou focos de interesse da química podem ser representados no triângulo propriedades, constituição e transformações dos materiais e das substâncias (figura 2).

Figura 2: Focos de interesse da química.



Fonte: Mortimer e Machado (2016).

As propriedades permitem o conhecimento dos materiais, pois é através dessas propriedades que podemos fazer a identificação e a diferenciação dos materiais. Para compreender o comportamento desse material é necessário recorrer

a um modelo atômico/molecular para entender como se comportam átomos e moléculas na formação das substâncias. Utilizando os conhecimentos das propriedades e constituição da matéria é possível controlar as mais diversas transformações químicas.

A utilização e controle de determinadas reações químicas pelo ser humano pode dar indícios do início do processo de evolução da nossa espécie. O homem vem ao longo da história descobrindo inúmeras formas de transformar a matéria produzindo novos materiais que o auxiliem na sua sobrevivência. Corroborando com essa ideia,

> Na história da humanidade, a construção dos primeiros instrumentos e ferramentas envolveu a transformação de pedaços de rochas e objetos para uso cotidiano. Além disso, o uso do fogo teve um grande impacto no modo de vida dos povos pré-históricos. Inicialmente usado para cozinhar os alimentos e proteger do frio, o fogo tornou-se também um importante instrumento de transformação da natureza. Com o uso do fogo, o ser humano chegou à obtenção de metais, o que permitiu a fabricação de objetos resistentes e duráveis (MORTIMER E MACHADO, 2016, p.200).

A BNCC (2018) dispõe da essencialidade em propor a contextualização histórica, social e cultural da ciência e da tecnologia. Neste sentido, para compreender determinados conceitos é necessário discutir o processo histórico, social e cultural no qual tal conceito foi produzido.

A preocupação humana com o entendimento e controle sobre as transformações químicas é antiga, segundo Justi (1998) as primeiras explicações acerca das reações químicas foram propostas pelos filósofos gregos Empédocles e Hipócrates (séc. V a. C). Esses filósofos atribuíam as características humanas, amor e ódio, aos elementos para tentar explicar a reatividade entre eles. Aristóteles (séc. IV a. C) apresentava fatores como diferença e similaridade (afinidade) entre os diferentes materiais para explicar as transformações da matéria. Para os alquimistas as reações químicas significavam parte importante de seu trabalho, pois as mesmas poderiam permitir que eles obtivessem produtos do seu interesse.

Amaral (2017) aponta para o estudo da espontaneidade como fundamental para explicar o conteúdo de reações químicas, no entanto, por diversos fatores, esse tema tem merecido pouca atenção no ensino de química, principalmente, no ensino médio. Para a autora, um dos principais fatores está associado a construção histórica do conhecimento que apresenta concepções distintas, a começar pelas

ideias dos filósofos Platão, que atribuía a entes metafísicos as transformações, e Aristóteles, que vinculava as transformações a tendência natural da matéria.

Segundo Amaral (2017), apesar da visão atomística tentar romper com o idealismo das ideias de Platão e Aristóteles, compondo as explicações primárias baseadas em uma constituição material e mecânica das transformações da matéria, as ideias filosóficas ainda exercem determinada influência sobre os conceitos da ciência nos dias de hoje. Tudo isso pode ser observado no contexto escolar, em que os estudantes apresentam concepções informais a respeito das transformações químicas semelhantes as concepções históricas apresentadas pelos filósofos.

Apesar das diversas controvérsias existentes em relação a autoria de determinados conhecimentos, é necessário destacar os trabalhos de Lavoisier (1743-1794) no desenvolvimento da chamada Revolução Química. Na visão de Martins e Martins (1993), Lavoisier não foi o primeiro a afirmar o princípio da conservação da matéria e, nem tampouco, o fundamentou experimentalmente. No entanto, pode-se dizer que Lavoisier pressupôs a validade da lei da conservação da matéria, a partir da compreensão do papel dos gases nas reações químicas (principalmente, o oxigênio), o uso de recipientes fechados nas transformações químicas, bem como, a aplicação de métodos quantitativos cuidadosos com o uso da balança, foi possível a Lavoisier refutar a teoria do ar desflogisticado defendida por Stahl. Para isso, Lavoisier contou com as contribuições das ideias de outros importantes personagens da história da ciência, a exemplo, os estudos de Carl Scheele (1742-1786) e Joseph Priestley (1733-1804), entre outros. Mais tarde, Dalton (1808) explicaria o funcionamento da reações químicas em termos de rearranjos de átomos. A partir dos pensamentos de Dalton e de outros químicos, que defendiam a ideia do atomismo, enfim o conhecimento sobre a natureza atômica da matéria foi gradualmente sendo assumida e, a constituição da matéria e suas transformações químicas foram adquirindo uma nova concepção.

Segundo Amaral (2017), a utilização de métodos experimentais, usando a balança como principal instrumento, permitiu a Lavoisier inovar na medida em que usa a balança de forma sistemática favorecendo a medida das massas antes e após as reações químicas, sendo seguido pela maioria dos químicos da época. Os estudos feitos por Lavoisier, podem ter suscitado, uma compreensão das reações químicas do ponto de vista calórico e mais tarde, após o surgimento do conceito de

energia, conceitos como calor, entropia e espontaneidade seriam desenvolvidos e atrelados a ocorrência das reações químicas.

Campos e Silva (2004) destacam que na maioria dos livros didáticos do ensino médio não é mostrada relação nenhuma entre a teoria atômica de Dalton e as leis ponderais que regem as reações químicas. Essa correspondência entre o átomo indestrutível, indivisível e as leis ponderais representaria uma oportunidade de conectar os fatos históricos que embasaram o conhecimento a respeito das reações químicas. "*Perde-se, assim, uma excelente oportunidade de discutir a própria estrutura metodológica da Química, transitando entre modelos, fatos e sua descrição"* (Campos & Silva, 2004, p. 8).

No contexto escolar, para Pozo e Crespo (1998) algumas das dificuldades que os alunos encontram na compreensão do conhecimento químico é não saber diferenciar entre fenômenos físico e químico. Em muitos casos aparecem a ideia de dissolução em termos de reações que podem ser confundidos com dissolução ou mudança de fase da matéria.

Rosa e Schnetzler (1998) relatam que o entendimento do conceito de transformações químicas no ambiente escolar, muitas vezes, está distante do conhecimento científico, constituindo, pois, concepções alternativas (ideias que os alunos trazem que se distanciam do que é esperado cientificamente) dos estudantes. Segundo as autoras, inúmeras pesquisas apontam que tais concepções alternativas devem ser levadas em consideração pelo docente no processo de elaboração de sua estratégia de ensino. Para essas autoras, o que justifica a importância da aplicação das concepções alternativas dos alunos, pelo professor no momento de preparar sua aula, é que essas concepções influenciam no entendimento dos conceitos químicos, a exemplo, o entendimento do conceito de transformações químicas. Portanto, poderá ser melhor trabalhado se o professor entender o que seus alunos compreendem sobre o assunto. As autoras Rosa e Schnetzler (1998) evidenciam que dentre várias pesquisas revisadas por elas a respeito das concepções dos alunos sobre o conceito de transformações químicas, uma das mais relevantes é àquela desenvolvida por Andersson (1990), que analisa estudantes com idades de 11 a 17 anos. Segundo as autoras, nessa pesquisa, Anderson (1990), aponta para a existência de cinco classificações de categorias das ideias dos alunos sobre o conceito das transformações químicas, são elas: desaparecimento (a), deslocamento (b), modificação (c), transmutação (d) e

interação química (e). Na categoria desaparecimento (a), nas concepções de alguns alunos, as substâncias simplesmente desaparecem após a ocorrência de uma reação química. A categoria (b), exprime a ideia de que durante uma reação química uma substância pode mudar de espaço físico, portanto, ela desaparece, porque se desloca para outro lugar. Na categoria (c), a concepção de modificação. Alguns alunos relacionam que durante uma transformação química uma substância desaparece porque muda de fase ou de forma. Na categoria (d), transmutação, representa uma série de transformações proibidas na química, como por exemplo, energia que se transforma em matéria e vice-versa. A categoria (e), interação química, é a mais esperada do ponto de vista do processo de ensino-aprendizagem, por apresentar uma concepção dinâmica e corpuscular da matéria por parte dos alunos. No entanto, as pesquisas mostram que uma pequena parte dos alunos expressam a ideia de transformação química dessa maneira.

É necessário considerar os conhecimentos e as dúvidas que emanam dos estudantes na hora do preparo e aplicações das aulas, com a finalidade de melhorar e atender aos anseios dos alunos naquilo que diz respeito ao conceito de reações químicas.

> Acreditamos que esse quadro sustenta a premissa de que um projeto de melhoria no ensino de química precisa levar em conta a importância de tratar essas questões epistemológicas ao se planejar um processo de ensino aprendizagem do conceito transformação química. (ROSA e SCHNETZLER, 1998, p. 34).

Para Justi (1998), por muito tempo, uma das concepções mais comuns a respeito das reações químicas é a de que havia afinidade entre os reagentes, porém essas concepções de afinidade só faziam sentido antes do desenvolvimento de ideias como as das ligações químicas, estereoquímica e termoquímica, sendo estas últimas ideias que fundamentam o estudo das reações químicas. Para a autora, apesar do conceito de afinidade representar, por muito tempo, uma definição fundamental para o desenvolvimento do conhecimento químico, não podemos expressá-lo como uma ideia, devido a sua pluralidade de significados. Justi (1998) observou essa diversidade de acepções da palavra afinidade também em estudantes do ensino médio, após realizar pesquisa com alunos da segunda série com a intenção de verificar as suas concepções a respeito do conceito de reações químicas.

Justi (1998) colocou a seguinte questão para os alunos ora pesquisados: *“foi solicitado que explicassem por que algumas substâncias reagem quando são*

colocadas em contato, enquanto outras não reagem". As respostas dadas pelos (as) alunos (as) estavam relacionadas, principalmente, ao conceito de afinidade entre as substâncias. Tais como, as substâncias reagiram porque uma era a fim da outra; semelhante atrai semelhante; existe uma afinidade entre as substâncias e uma encaixa-se na outra, como num quebra cabeça; deve existir uma força de atração entre elas, como num ímã. As respostas dadas pelos (as) alunos (as) representaram ideias aceitas em diferentes épocas e contextos, mas que não são aceitas hoje em dia. No entanto, é imprescindível, resgatá-las e contextualizá-las para construção do conhecimento a partir de discussões com os (as) alunos (as).

De acordo com Lopes (1995) alguns livros didáticos permanecem com uma classificação antiga, distinguindo os fenômenos em reversíveis (físicos) e irreversíveis (químicos). Isso porque os fenômenos físicos são considerados 'superficiais', transformações ligeiras, e os fenômenos químicos 'profundos', transformações mais definitivas.

Ainda segundo Lopes (1995) a reversibilidade mostra-se como uma classificação equivocada e não demonstra um critério científico de diferenciação desses fenômenos. Para exemplificar esse equívoco ela cita a reação abaixo, equação 7. Sua reversão está atrelada a uma variação de temperatura, portanto, poderia ser facilmente confundida com um fenômeno físico:

$$\underset{\text{castanho}}{H_{2(g)}} + I_{2(g)} \longleftrightarrow \underset{\text{incolor}}{2\,HI_{(g)}} \qquad (7)$$

Lopes (1995) comenta que outra forma que muitos livros didáticos utilizam para distinguir fenômenos físicos e químicos é a variação de propriedades macroscópicas das substâncias. Na ciência contemporânea não devemos nos prender a simples classificações de fenômenos ou achar que reações químicas são apenas transformações que ocorrem naturalmente, cabendo ao ser humano apenas a observação.

Para Lopes (1995) os cientistas já não são meros observadores dos fenômenos naturais, ao contrário eles interferem de maneira a criar novas substâncias através de transformações químicas minimamente manipuladas e controladas em seus laboratórios, produzem substâncias que sequer existem na

natureza. Portanto, através das transformações químicas produzem e controlam seus próprios fenômenos o que representa um avanço e pode trazer benefícios e melhorias para a população.

No capítulo seguinte, veremos os conceitos básicos e necessários relacionados a aprendizagem das reações químicas.

CAPÍTULO 2

2. Conceitos básicos necessários ao estudo das reações químicas

Os alunos em seu primeiro contato com o estudo da química deveriam compreender essa ciência a partir do estudo das reações químicas/transformações químicas; reações essas que definem as propriedades químicas das substâncias. Além de sua importância para o entendimento da química, é igualmente importante para a formação do pensar científico mais amplo dos alunos (LOPES, 2015).

Para Atkins, Jones e Laverman (2018) uma reação química é o processo da mudança química, isto é, a conversão de uma ou mais substâncias em outras substâncias. Os materiais iniciais são chamados de reagentes. As substâncias formadas são chamadas de produtos.

Kotz et al. (2019) ratifica Atkins, Jones e Laverman (2018), ao afirmar que quando uma reação química acontece uma ou mais substâncias (reagentes) são transformadas em uma ou mais substâncias diferentes (produtos).

2.1 Transformações físicas e químicas da matéria

A matéria pode sofrer alterações (mudanças ou transformações) e tais alterações podem ou não modificar a identidade ou constituição dessa matéria. Sendo assim podemos separar as transformações em aquelas que não alteram a identidade da matéria, chamadas de transformações físicas e aquelas que modificam a identidade da matéria, chamadas de transformações químicas.

Kotz et al. (2019) denominam as alterações nas propriedades físicas de uma substância, de mudanças físicas. Nesse tipo de transformação a identidade da substância é mantida ainda que sejam alterados seu estado físico, seu tamanho ou a forma bruta de suas partes. Nesse tipo de mudança não ocorre a produção de novas substâncias. As partículas átomos, moléculas ou íons se mantém as mesmas antes e após a ocorrência da transformação física.

Para exemplificar mudanças físicas, Kotz et al. (2019) citam a fusão de um sólido e a evaporação de um líquido. Nesses dois casos as moléculas são as mesmas antes e depois da transformação, logo suas identidades químicas se mantêm.

Atkins, Jones e Laverman (2018), relatam que quando uma substância sofre uma alteração física, sua identidade não se modifica, mas essa substância passa a possuir propriedades físicas diferentes daquelas que possuía inicialmente. Por exemplo, a fusão do gelo. Água sólida e água líquida possuem propriedades físicas diferentes, como cor, densidade, estrutura, volume.

De acordo com Kotz et al. (2019) numa transformação química, diferentemente da transformação física, os reagentes são transformados em substâncias diferentes, os produtos. Como exemplo desse tipo de transformação os autores citam a reação de combustão que ocorre entre o gás hidrogênio e o gás oxigênio, formando água como produto.

2.2 Evidências macroscópicas: determinação da ocorrência de uma reação química

Segundo Mortimer e Machado (2016), em muitos casos ocorrem modificações observáveis que indicam a ocorrência de uma transformação química. As evidências devem permitir a diferenciação entre os estados inicial e final de um sistema. Tais como desprendimento de gás, mudança de cor, sabor, textura, absorção ou liberação de energia, liberação de eletricidade ou luz, formação de precipitado. De acordo com os autores, no entanto, não se pode garantir que uma reação química não ocorreu baseado apenas nas observações de tais evidências. Para tanto se faz necessário o isolamento e análise do material para se obter informações a respeito de suas propriedades físicas, como temperatura de fusão, temperatura de ebulição, densidade.

Mortimer e Machado (2016) acrescentam que o isolamento e análise de um material para determinar suas propriedades, após a ocorrência de uma transformação é a forma mais segura de garantir que ocorreu uma reação química. Ressaltam que esse procedimento deve ser utilizado, principalmente, para reações químicas das quais não se têm conhecimento.

2.3 Leis que regem as massas dos reagentes e produtos

De acordo com Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997), Lavoisier, Proust, Richter, Gay-Lussac e Dalton e outros ilustres personagens das ciências ajudaram a sistematizar os conhecimentos sobre as reações químicas, oportunizando princípios

fundamentais que regem as massas dos reagentes e produtos durante uma reação química: as leis estequiométricas.

Na opinião de Cazzaro (1999), o conceito de estequiometria foi introduzido por Richter (1792), e compreende o estudo quantitativo relacionado a informações sobre as reações químicas. A estequiometria está baseada nas leis ponderais, que são leis que regem as proporções em massa e volume guardadas entre os participantes (reagentes e produtos) das reações químicas. Dentre essas leis destacam-se a lei da conservação das massas e a lei das proporções fixas (definidas), atribuídas a Lavoisier e Proust, respectivamente. Incluem-se ainda as leis de Dalton, Gay-Lussac e a hipótese de Avogadro.

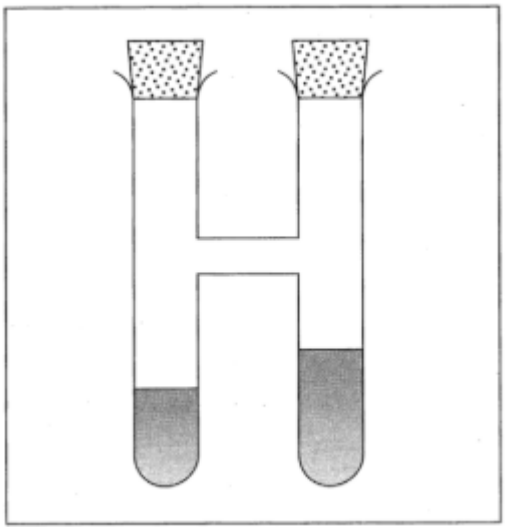
Para Rozenberg (2002), apesar da ideia de conservação das massas nas reações químicas ter sido enunciada entre os anos de 1741 e 1752 por Lomonossov, ela é fortemente atribuída a Lavoisier (1774), como lei da conservação das massas e é assim enunciada: *"Num sistema isolado a massa total permanece constante, independentemente das reações químicas que nele se processam."*

Em seu livro Traité élementaire de chimie de 1789, traduzido para o português Tratado elementar de química, Lavoisier descreve o experimento de combustão do fósforo e nos dar mostra da aplicação dessa lei quando relata:

> ...Deixando esfria completamente todo o aparelho para pesar o balão antes de abri-lo, verifiquei a quantidade de oxigênio empregado. A seguir, lavei, fechei e pesei a pequena quantidade de fósforo que ainda restava na cápsula, de cor amarelo ocre, a fim de deduzi-la da quantidade total de fósforo empregado na experiência. Claro está que com a ajuda dessas diferentes precauções foi fácil constatar: 1º, o peso do fósforo queimado; 2°, o dos flocos brancos obtidos pela combustão; 3°, o peso do gás oxigênio que havia combinado com o fósforo. Essa experiência deu quase os mesmos resultados que a precedente; disso resultou igualmente que o fósforo, ao queimar, absorveu um pouco mais de uma vez e meia o seu peso em oxigênio, e adquiriu, ademais, a certeza de que o peso da nova substância produzida era igual à soma do peso do fósforo queimado e do oxigênio que ele havia absorvido: o que era aliás, fácil de prever a priori. (LAVOISIER, 1879, p.55, tradução Madras).

Segundo Rozenberg (2002) após aplicação da lei da conservação das massas pelo próprio Lavoisier em reações envolvendo a combustão do fósforo e na oxidação de metais como chumbo, estanho e mercúrio, Lavoisier chegou as mesmas evidências experimentais que o alemão Landolt no século XIX. Landolt utilizava recipientes de vidro tampados que tinham forma de H, como demonstrado na figura 3 a seguir:

Figura 3: Recipiente na forma de H utilizado por Landolt séc. XIX.



Fonte: Química geral I – Rozenberg (2002).

Nesse recipiente os reagentes eram colocados separados em cada um dos lados, em seguida tampavam-se ambas as entradas e depois agitava-se todo sistema com o objetivo de colocar em contato os reagentes através da passagem no meio do vidro. A reação acontecia sem que houvesse interferência do meio exterior ao recipiente. Ao final da reação química a massa permanecia igual àquela inicial.

As pesquisas desenvolvidas por Lavoisier o levaram a teoria do oxigênio substituindo a teoria do flogístico desenvolvida por Stahl e seguida por Pristley. Para Stahl, “o flogisto seria o princípio de combustibilidade: toda vez que uma substância ardia, ela perdia o flogisto” (FILGUEIRAS, 1994, p. 220). Partindo desse princípio, toda vez que uma substância queimasse, ela perdia o flogisto e, portanto, a massa no final de uma reação química era menor que a massa inicial. Lavoisier, demonstrou através de medidas quantitativas, que a teoria do flogisto estava equivocada e o que Stahl chamava de flogisto, Lavoisier chamou de oxigênio. A diferença entre essas duas ideias pode ser demonstrada nas reações químicas a seguir que representam a calcinação de um metal:

Stahl:

$$\text{Metal} \longrightarrow \text{cal} + \text{flogisto} \quad (8)$$

(metal = composto)

Lavoisier:

$$\text{Metal} + \text{oxigênio} \longrightarrow \text{cal (metal = elemento)} \quad (9)$$

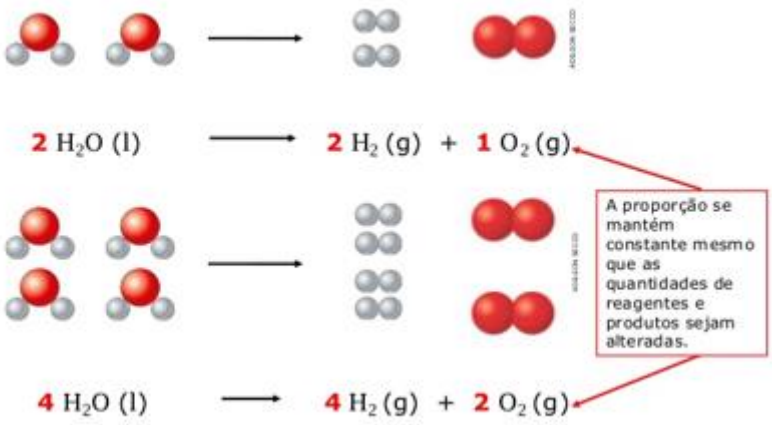
Segundo Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997) o interesse por meteorologia, levou o inglês John Dalton (1766-1844) a estudos sobre a composição da atmosfera. Adepto dos pensamentos corpusculares de Isaac Newton (1642-1727), baseando-se nos estudos de Boyle(1626-1691) - e alicerçado nas ideias de Lavoisier (1743-1794), Dalton desenvolveu estudos relacionado aos gases e, posteriormente, começou a conjecturar a massa relativa dos átomos que constituem a matéria. Esses estudos levaram Dalton a desenvolver sua teoria atômica da matéria e com base nisso elaborou a teoria das proporções múltiplas.

Ainda de acordo com Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997) foi nesse mesmo período que Joseph L. Gay Lussac (1778-1850) demonstrou as relações volumétricas entre gases numa reação química, desenvolvendo a lei das relações volumétricas.

De acordo com Nery e Bassi (2009) as leis que regem as massas dos reagentes e produtos são a Lei da conservação das massas de Lavoisier (para uma reação química que ocorre em um sistema fechado, a massa dos produtos é igual à soma das massas dos reagentes), a das proporções definidas de Proust (um dado composto contém seus elementos constituintes em uma dada proporção), a lei da proporção volumétrica de Gay-Lussac (numa reação de elementos no estado gasoso, os volumes dos reagentes e dos produtos, nas mesmas condições de pressão e temperatura, estão entre si como pequenos números inteiros) e a lei de Avogadro (volumes iguais de todos os gases, nas mesmas condições físicas, contêm o mesmo número de moléculas).

Nery e Bassi (2009) explicitam que na elaboração das leis ponderais considerou-se que a matéria era contínua. "*As leis de Lavoisier, Proust e Gay-Lussac não exigem o conhecimento das estruturas das substâncias, logo não exigem que a matéria seja descontínua e formada por moléculas indivisíveis, com uma proporção bem definida de átomos"* (Nery e Bassi, 2009, p. 1963). Tal fato se deu porque os autores dessas leis desenvolveram suas atividades experimentais baseando-se na massa, no volume e outras propriedades físicas e químicas macroscópicas das substâncias participantes das reações químicas. A figura (4) traz uma visão de um modelo microscópico baseada nas ideias de Dalton.

Figura 4: Leis ponderais em nível microscópico.



Fonte:https://descomplica.com.br/artigo/quais-sao-as-leis-ponderais-na-quimica/4Q1/. Acesso, janeiro de 2020.

Nessa imagem podemos interpretar as leis ponderais, partindo da ideia que Dalton tinha de átomo, da seguinte forma: Se o sistema for fechado teremos que a massa de água será igual à soma das massas dos gases hidrogênio e oxigênio (Lei de Lavoisier). Nas mesmas condições de pressão, temperatura e volume conterão o mesmo número de moléculas (Lei de Avogadro). Considerando que todos os participantes da reação encontram-se no estado gasoso, nas mesmas condições de pressão e temperatura, manterão entre si uma relação de números inteiros (Lei de Gay-Lussac) e independentemente da quantidade das massas dos reagentes e produtos utilizadas essas massas manterão uma proporção fixa entre si (Lei de Proust).

2.4 Equação química: nível representacional

As equações químicas são expressões matemáticas que representam de forma simplificada uma determinada reação química. Além de indicar as fórmulas das substâncias envolvidas (reagentes e produtos) traz informações sobre os estados físicos, as formas alotrópicas, os calores envolvidos, fatores ou agentes externos que possam afetar o comportamento das reações químicas.

Para Atkins, Jones e Laverman (2018) as situações que expressam acontecimentos de reações químicas são inúmeras como o crescimento de uma criança, a produção de polímeros a partir do petróleo e a digestão da comida. As reações químicas, segundo os autores, são processos em que uma ou mais

substâncias se convertem em outras substâncias. As substâncias iniciais são chamadas de reagentes e substâncias formadas são chamadas de produtos. As equações químicas são a representação das reações químicas em termos de símbolos.

Atkins, Jones e Laverman (2018) citam que uma equação química é simbolizada por uma seta que indica a direção dos produtos. Como indicado a seguir:

$$\text{Reagentes} \rightarrow \text{produtos} \qquad (10)$$

Como exemplo Atkins, Jones e Laverman (2018) citam a reação química entre o sódio metálico e água; eles ressaltam que as equações químicas podem ser expressas de forma simplificada, representando um resumo qualitativo da reação e, também, de forma quantitativa. Nesse segundo caso, os autores relatam que é preciso reconhecer que átomos não podem ser criados e nem destruídos numa reação química, lei de conservação das massas, e portanto, deve-se representar a equação com os seus respectivos coeficientes estequiométricos. As duas formas estão representadas nas figuras abaixo:

Equação qualitativa ou simplificada:

$$Na + H_2O \longrightarrow NaOH + H_2 \qquad (11)$$

Equação química quantitativa:

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2 \qquad (12)$$

Além das informações relatadas anteriormente, Atkins, Jones e Laverman (2018) comentam que as equações químicas trazem outras informações como os estados físicos das substâncias participantes, indicação da necessidade de fornecer calor, utilização de catalisador:

Estados físicos de reagentes e produtos

(s): sólido

(l): líqudo

(g): gás

(aq): solução em água

A seguir apresentamos algumas situações de reações químicas onde são destacadas informações que acompanham as equações químicas. A equação química (13) mostra a reação química entre o sódio metálico e a água.

$$\underset{\text{(sódio)}}{2Na_{(s)}} + \underset{\text{(água)}}{2H_2O_{(l)}} \longrightarrow \underset{\text{(hidróxido de sódio)}}{2NaOH_{(aq)}} + \underset{\text{(gás hidrogênio)}}{H_{2(g)}} \qquad (13)$$

A figura (5) apresenta a reação química entre sódio metálico e a água (a esquerda) e o metal armazenado em um recipiente de vidro (a direita) contendo um líquido que pode ser querosene ou benzeno.

Figura 5: Reação entre sódio metálico e água (a esquerda) e sódio armazenado em recipiente com querosene/benzeno (a direita).

Fonte:https://brasilescola.uol.com.br/saude-na-escola/sodio-na-alimentacao.htm. Acesso, abril de 2020.

Liberação de calor durante uma reação química

A equação química abaixo representa a reação química de decomposição do calcário (carbonato de cálcio), produzindo cal viva (óxido de cálcio) e gás carbônico (dióxido de carbono), liberando calor.

$$\underset{\text{(Calcário)}}{CaCO_{3(s)}} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{(cal viva)}}{CaO_{(s)}} + \underset{\text{(gás carbônico)}}{CO_{2(g)}} \qquad (14)$$

A figura (6) mostra homens trabalhando em um processo artesanal de produção da cal a partir da decomposição do calcário. O exemplo em questão constitui uma reação química exotérmica (liberação de calor).

Figura 6: Produção de cal a partir da decomposição do calcário.

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=06AINuok8Ng.

Uso de catalisador numa reação química

A equação química a seguir representa a reação de hidrogenação do eteno, catalisada pelo metal níquel.

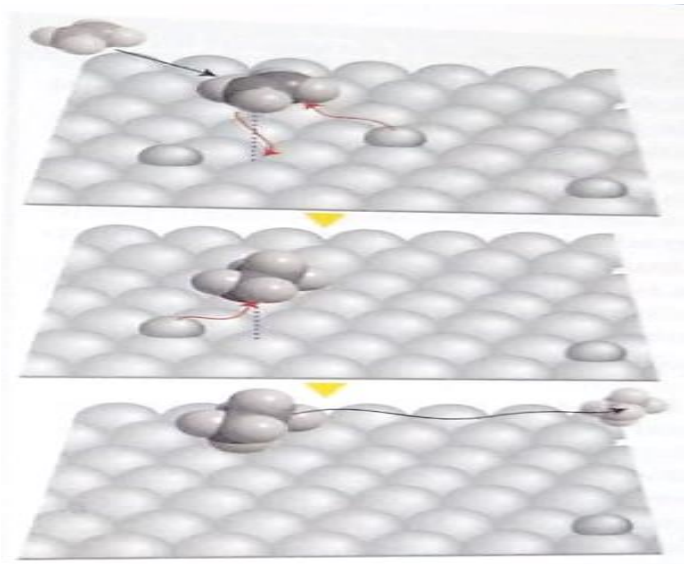
$$H_2C = CH_{2(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow{Ni} H_3C - CH_{3(g)} \quad (15)$$

(eteno) (gás hidrogênio) (etano)

. De acordo com Atkins, Jones e Laverman (2018) nesse tipo de reação quando uma molécula de reagente é adsorvida na superfície catalítica tem suas ligações enfraquecidas e a reação ocorre mais rápido, uma vez que as ligações são rompidas mais facilmente.

A figura (7) demonstra a reação química entre o eteno e o hidrogênio catalisada por uma superfície metálica.

Figura 7: Reação de hidrogenação do eteno em uma superfície de metal catalítica.



Fonte: Atkins, Jones e Laverman (2018).

Para Kotz et al. (2019) a equação química é a representação da alteração por meio de fórmulas químicas das substâncias envolvidas na reação química. Na equação química as fórmulas das substâncias reagentes são escritas à esquerda da seta, e as fórmulas das substâncias produzidas são escritas à direita da seta. Além dessas informações, de acordo com esses autores, na equação química pode vir indicados os estados físicos da matéria: o símbolo (s) indica um sólido, (g) gás e (l) um líquido. Já uma substância dissolvida em água, solução aquosa, tem como símbolo (aq).

A todas as informações que acompanham uma equação química indicadas pelos autores podemos acrescentar outras informações que se encontram distribuídas ao longo de outros componentes curriculares do ensino de química no ensino médio, a meia seta dupla (←→) no estudo equilíbrio químico que indica reversibilidade, os calores de reação ou entalpia (ΔH) e a energia livre de Gibbs (ΔG°) no estudo da termoquímica, a carga elétrica das espécies químicas no estudo das reações de oxirredução. No entanto, a ideia desse trabalho não é esgotar todas a informações a respeito das reações químicas, mas apenas trazer uma visão geral das informações contidas nas equações químicas, já que os estudantes estão iniciando o ensino médio.

2.5 Balanceamento das reações químicas

Através do balanceamento é possível determinar os coeficientes estequiométricos para os reagentes e os produtos de uma reação química. O balanceamento permite encontrar os coeficientes estequiométricos que representam os números exatos de moléculas de reagentes que devem interagir para garantir a quantidade de produtos desejada. É preciso, para este fim, entender que as substâncias são formadas por átomos (visão atômica de Dalton) e que esses átomos não são nem construídos nem destruídos (lei de Lavoisier) na reação química.

De acordo com Kotz et al. (2019) em uma reação química a relação entre as quantidades de reagentes e produtos chama-se de estequiometria. Os números utilizados para ajustar a quantidade de reagentes e produtos numa reação química são chamados de coeficientes estequiométricos. Como exemplo, os autores apresentam a equação química da reação entre o fósforo branco sólido e o gás cloro. A equação química que representa essa reação química com os devidos coeficientes estequiométricos é a seguinte: $P_{4(s)} + 6Cl_{2(g)} \rightarrow 4PCl_{3(l)}$ (16). Nessa equação uma molécula de fósforo branco (formada por 4 átomos do elemento químico fósforo) reage com 6 moléculas de gás cloro (molécula diatômica) para produzir 4 moléculas de tricloro de fósforo. Portanto, os átomos se conservam e temos 4 átomos de fósforo e 12 átomos de cloro de cada lado da equação química.

Segundo Atkins, Jones e Laverman (2018) os coeficientes estequiométricos que balanceiam as fórmulas químicas demonstram o número relativo de mols das substâncias reagentes ou produzidas na reação química. Para os autores existem equações químicas de fácil balanceamento, no entanto, tem determinadas equações que necessitam de muito trabalho para determinar os coeficientes estequiométricos. Geralmente, devemos usar os menores números inteiros para representar os coeficientes das substâncias de uma reação química. A seguir, exemplos de equações com substância apresentando coeficiente fracionário e a mesma equação com todos os coeficientes representando números inteiros.

Equação com um dos participantes com coeficiente fracionário:

$$C_6H_{14} + 19/2\ O_2 \rightarrow 6CO_2 + 7H_2O \qquad (17)$$

Equação com todos os participantes com coeficientes inteiros: multiplicou-se todos os coeficientes da equação (17) por 2.

$$2C_6H_{14} + 19\ O_2 \rightarrow 12\ CO_2 + 14\ H_2O \qquad (18)$$

O coeficiente fracionário presente na molécula de oxigênio da equação (17) foi transformado em coeficiente inteiro multiplicando toda a equação por 2. É necessário multiplicar todas as substâncias que fazem parte da equação proporcionalmente, pois a correção de um coeficiente altera os coeficientes de todos os outros participantes.

Existem algumas orientações que devem ser seguidas para se efetuar o balanceamento de uma equação química. Atkins, Jones e Laverman (2018) falam que uma boa estratégia é pensar um elemento de cada vez, começando por aquele que aparece menos nas fórmulas e deixando para balancear no final os elementos que não aparecem combinados.

Kotz et al. (2019) destaca que muitas equações podem ser balanceadas usando um método conhecido como tentativa e erro, porém para reações mais complexas é importante utilizar métodos mais sistemáticos. Para um desses casos mais complicados os autores dão orientações de como se efetuar o balanceamento da equação de combustão do propano.

Etapa 1: Escreva as fórmulas corretas dos reagentes e produtos

$C_3H_{8(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$ (Equação não balanceada) (19)

Etapa 2: Balanceie os átomos de C.

$C_3H_{8(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 3\ CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$ (Equação não balanceada) (20)

Etapa 3: Balanceie os átomos de H.

$C_3H_{8(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 3\ CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$ (Equação não balanceada) (21)

Etapa 4: Balanceie os átomos de O.

$C_3H_{8(g)} + 5\ O_{2(g)} \rightarrow 3\ CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$ (Equação não balanceada) (22)

Etapa 5: Verifique se o número de átomos de cada elemento está balanceado. Em cada lado da equação química existem três átomos de carbono, oito átomos de hidrogênio e dez átomos de oxigênio.

Por tanto, *“uma equação química expressa uma reação química em termos das fórmulas químicas. Os coeficientes estequiométricos são escolhidos de modo a mostrar que os átomos não são criados nem destruídos na reação”* (ATKINS, JONES e LAVERMAN (2018, p. F64).

No capítulo seguinte faremos estudo do ensino com base em uma abordagem por resolução de problemas (ABRP).

CAPÍTULO 3

3. O Ensino por uma Abordagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP)

Neste tópico discutiremos algumas questões fundamentais sobre o processo de ensino/aprendizagem baseado em problemas.

Segundo Lopes *et al.* (2019) a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) iniciou-se na década de 60, no curso de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá. Na década seguinte foi implantada nos Estados Unidos no curso de Medicina, na Universidade do Novo México e na década de 80, no curso de Medicina de Havard. Nos anos seguintes, outras Universidades em diversos países também adotaram essa metodologia em diferentes áreas do saber: Administração, História, Física, dentre outras (FREITAS 2017). No Brasil, de acordo Freitas (2017), foi utilizado pela primeira vez em 1997 no curso de Medicina em Marília e 1998, em Londrina.

Segundo Freitas (2017) essa metodologia foi desenvolvida com o objetivo de interligar a teoria ensinada, a prática e a realidade social. Se estendeu para outros países, onde recebeu outras denominações: no inglês Problem-Based Learning (PBL); Em Portugal Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP); França, modelo de ensino orientado por Situações-Problema (SP); Brasil, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Resolução de Problemas (RP).

Para Freitas (2017) independentemente de denominações e de possíveis divergências conceituais, o que interessa nessa metodologia é o que pode ser potencializado no processo educativo, como, a promoção ao protagonismo do aluno, onde ele aprende fazendo, resolvendo problemas reais de seu cotidiano que servirão de ponto de partida, motivação para sua aprendizagem, representando pois uma aprendizagem significativa na vida do aluno.

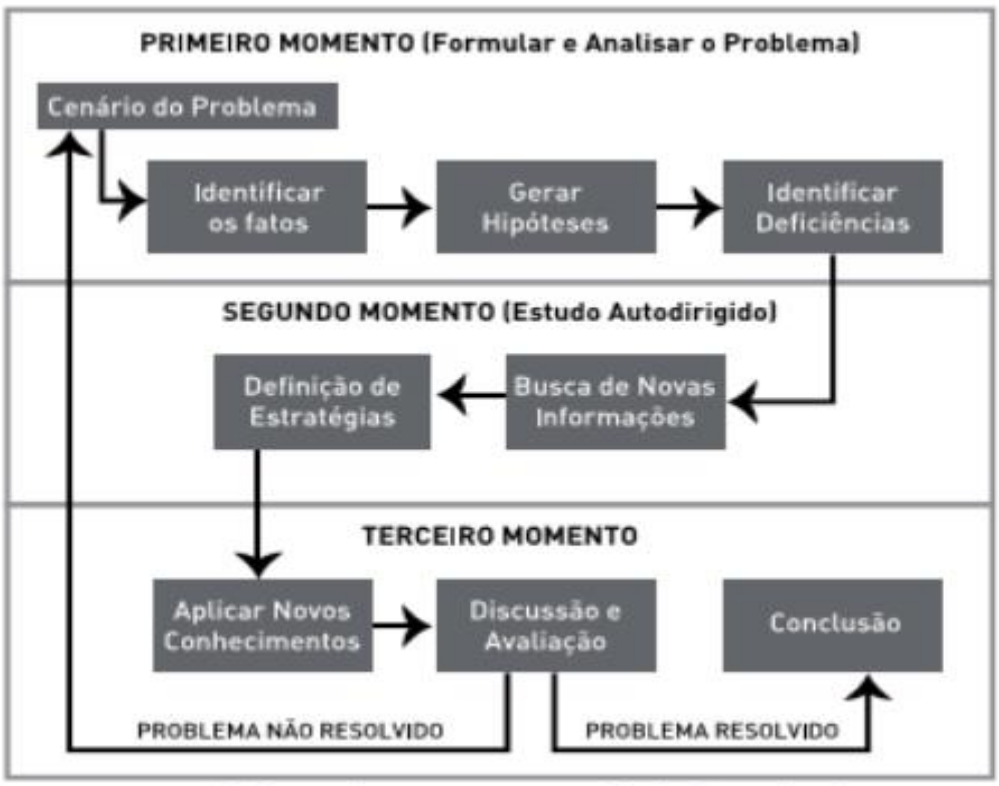
Das diversas denominações citadas anteriormente por Freitas (2017), utilizaremos a denominação ABRP no desenvolvimento desse trabalho de pesquisa para realizar nosso estudo, com a intenção proporcionar a aprendizagem dos estudantes de forma autônoma, colaborativa e participativa, através da proposição de uma situação-problema, o que não inviabiliza, em alguns momentos, o uso de conceitos convergentes utilizados por outras denominações.

Lopes *et al.* (2019, p. 69) definem a ABRP como "u*ma estratégia educacional de busca de soluções para situações-problema complexas e baseadas na vida real por pequenos grupos que deverão assumir a posição de parte interessada na resolução do problema, supervisionados por um professor orientador*".

Para Pinho e Lopes (2019) o problema é o ponto de partida para que se inicie os ciclos de aprendizagens da ABRP. Tal problema envolve uma situação da vida real dos estudantes e eles devem procurar uma explicação que resolva o problema. Em seguida, a partir dos seus conhecimentos prévios os alunos devem propor hipóteses para a solução do problema. Com essas hipóteses, os estudantes elaboram um plano autodirigido também conhecido como (self-directed learning – SDL) e posteriormente, essas soluções devem se juntar com o objetivo de produzir uma ou mais novas soluções.

Segundo Lopes *et al.* (2019, p. 50) a ABRP *"é uma estratégia de ensino que envolve o reconhecimento do problema em situações complexas, baseadas na vida real e suas possíveis soluções"*. Este trabalho será desenvolvido por grupos de alunos sob a supervisão do professor, o tutor. A atuação desses grupos se dá em ciclos de aprendizagem de acordo com o esquema exposto na figura (8) (Hmelo-Silver, 2004).

Figura 8: Ciclo de aprendizagem na ABP, modificado Hmelo-Silver, 2004.



Cada ciclo de aprendizagem representa um momento específico:

Primeiro momento: formular e analisar o problema. Ao se apresentar o problema os grupos deverão:

1) Identificar o cenário do problema e os conhecimentos prévios de cada participante sobre o tema;
2) Gerar hipóteses: levantar ideias para a resolução do problema central;
3) Identificar as informações indispensáveis, bem como as lacunas e deficiência na aprendizagem.

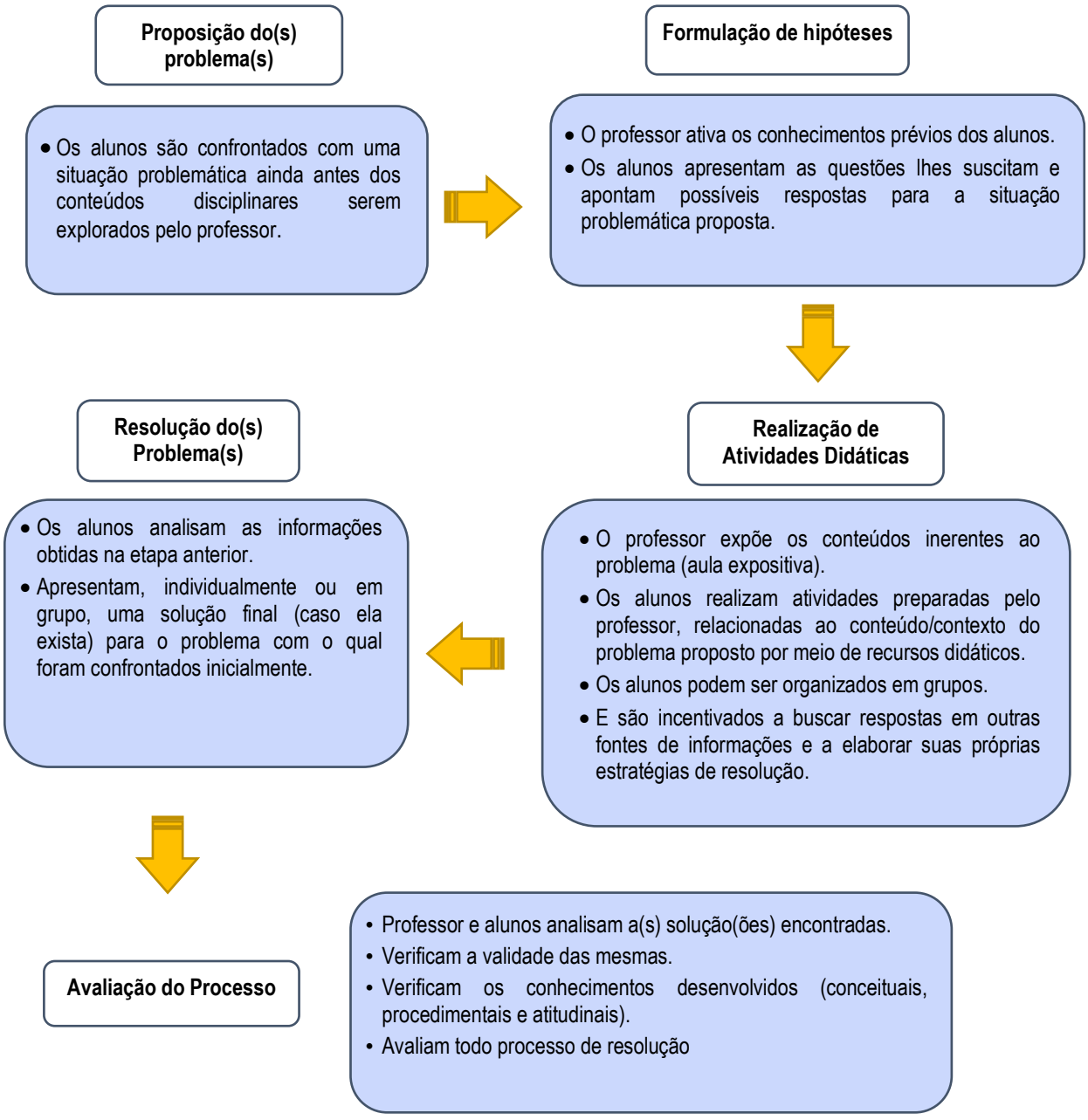
Segundo momento: SDL (self-directed learning) ou estudo autodirigido, esse momento corresponde ao estudo individual e autodirigido. As informações importantes devem ser selecionadas para melhor entendimento do problema e a definição de estratégias a serem seguidas no momento da resolução. Em momento oportuno, será compartilhado e discutido com os outros participantes do grupo.

Terceiro momento: Os alunos deverão se reunir, trazer novas e diferentes informações que deverão ser compartilhadas, discutidas, aplicadas e avaliadas para que o grupo chegue em uma ou mais conclusões.

Pozo (1998) comenta que no ensino baseado em problemas o professor desempenha um papel fundamental, pensando no enunciado do problema, elaborando o planejamento de ensino que envolve elaboração e/ou seleção de atividades didáticas que deem condições dos estudantes, após vivenciá-las, transporem o obstáculo inserido pelo professor no problema ou situação-problema. Também, o professor deve propor condições necessárias para que o aluno seja o personagem principal, o protagonista no processo educativo e desenvolva seu próprio conhecimento, a partir de atividades orientadas por ele.

A seguir, na figura (9) é mostrado as etapas metodológicas de uma perspectiva de ensino e aprendizagem baseados na resolução de problemas. A figura foi extraída do estudo de Freitas (2017) que traz de forma sistemática a sequência metodológica.

Figura 9: Sequência metodológica do ensino e aprendizagem baseados na resolução de problemas.



De acordo com a figura (9) a atividade teria como ponto de partida a apresentação aos estudantes do enunciado da situação-problema. Essa situação-problema ou problema deve ser algo desconhecido e inusitado para os alunos. É importante comentar que no ensino tradicional, inicialmente o professor apresenta as definições dos conceitos e faz uso de exercícios no sentido de aplicar os conceitos anteriormente definidos e dessa forma consolidar a “aprendizagem” dos estudantes.

Na ABRP, o problema representa a etapa inicial para abordagem dos conteúdos. Os estudantes ao serem deparados com um problema necessitam buscar em suas estruturas cognitivas os conhecimentos prévios a fim de que possam emitir hipóteses sobre possíveis respostas ao problema proposto. Em seguida, o professor traz para a sala de aula a realização de atividades diversas que podem envolver o uso de: atividades experimentais; uso de textos de divulgação científica; modelos e analogias, vídeos, jogos, histórias em quadrinhos, Charges, Hipermídias, mídias digitais, entre outros. Durante a realização das atividades os estudantes são estimulados a trabalharem em grupo de forma colaborativa. Também são incentivados a realizarem algum tipo de pesquisa para que juntamente possam chegar à possíveis soluções para o problema proposto. Após essa etapa, os estudantes em grupo propõem uma solução para o problema. Como etapa final o professor oportuniza um momento de discussão de forma coletiva a fim de avaliar as respostas dos grupos de estudante ao problema proposto.

Pelo exposto, pode-se inferir que a ABRP possibilita a mobilização de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os conteúdos são trabalhados no desenvolvimento das atividades, também os estudantes participam nesse processo num movimento de ação (saber fazer) com atitudes de engajamento, discussão e colaboração com foco na resolução do problema.

Estudos (VALDEZ e BUNGIHAN, 2019), (RUSMANSYAH, et al, 2019) apontam que o ensino com uso de metodologia ABRP proporciona aos alunos a autonomia, a reflexão e uma tomada de decisão frente a problemas de ordem social, ambiental, científico, tecnológico e cultura. A ABRP se apresenta como uma metodologia que estreita a relação da Ciência com a Tecnologia e suas conexões com a sociedade de modo geral, importante fato para tornar a aprendizagem mais ativa e significativa. Gordillo e Galbarte (2002) citam que diante das descobertas e produções científicas e tecnológicas que a sociedade mundial tem experimentado, há uma preocupação crescente em integrar a ciência e a tecnologia visando o bem-estar da sociedade.

Freitas (2017) comenta que as etapas metodológicas da ABRP, (figura 1) não precisam necessariamente ocorrer de forma sucessiva, cabe ao professor adaptá-las ao seu contexto escolar e levar em consideração as fases e as atividades que lhes forem cabíveis. Ainda, segundo Freitas (2017),

> "...entre as dificuldades que circundam o exercício da docência na educação básica, além do interesse do professor em querer inovar sua prática pedagógica, estão as limitações do contexto escolar. Isto é, nos limites que são colocados pelos elementos que fazem parte da dinâmica da escola, como por exemplo, a gestão da instituição de ensino; o tempo para cumprir com a carga horária e com o conteúdo programático de ensino proposto pelos Parâmetros para a Educação Básica do Estado; o próprio espaço físico das escolas; a parceria com colegas de outras disciplinas, entre outros. Estes são fatores que podem representar um obstáculo para o professor utilizar novas abordagens didáticas em sala de aula, como a resolução de problemas (FREITAS, 2017).

Corroborando com esta discussão, Campos e Fernandes (2020) comentam sobre três aspectos primordiais para que a ABRP possa ser implementada como uma metodologia inovadora no ensino de Química: 1)- formação dos professores; 2)- construção do conhecimento sobre a prática no ensino de Química (planejamento das atividades); 3)- e apoio institucional, que pode auxiliar de forma decisiva na implementação da ABRP no currículo escolar.

A seguir será discutido sobre o sentido do termo problema, à luz de autores da área da Didática das Ciências, no contexto da ABRP.

3.1 Definições de Problema no contexto da ABRP

De acordo com Pozo e Echeverría (1998) uma situação será definida como problema na medida em que se tenha um reconhecimento dela com tal, e ao passo que não se disponha de mecanismos automáticos permitindo solucioná-la de maneira imediata, sem obrigar, deste modo, um processo de reflexão ou uma tomada de decisões sobre os passos que deverão ser seguidos.

Segundo Fernandes e Campos (2017) o espaço entre um problema e sua resolução encontra-se em um obstáculo que limita o problema de possuir uma resposta que seja descoberta de forma imediata. Neste sentido, os estudantes deverão utilizar seus conhecimentos e suas habilidades para resolver as dificuldades e encontrar uma solução.

Pozo e Echeverría (1998) ressaltam que o termo problema, em função do contexto, das características e das expectativas dos indivíduos envolvidos, pode fazer referência a situações muito distintas. O que para o professor represente um problema essencial e significativo, para os estudantes pode parecer trivial ou simplesmente, não fazer sentido algum na vida deles.

Segundo os autores Pozo e Echeverría (1998) os problemas apresentam diversas classificações que podem variar de acordo com a área do conhecimento, dos conteúdos, do tipo de operações e processos necessários para resolvê-los, além de outras características. Dentre todas essas classificações, os autores destacam que uma das mais utilizadas é a diferenciação entre problemas bem definidos e problemas mal definidos.

"Um problema bem definido ou bem estruturado é aquele no qual é possível identificar facilmente se foi alcançada uma solução" (POZO e ECHEVERRÍA, 1998, p. 20). Nesse tipo de problema estão evidentes os pontos de partida (proposição do problema) e chegada (solução do problema), assim como as operações utilizadas para ir de um ponto ao outro. Exemplo desse tipo de problema seria um problema matemático escolar que atualmente considera-se exercício.

Um problema mal definido ou mal estruturado, ainda de acordo Pozo e Echeverría (1998), seria aquele em que não ficam bem claros o ponto de partida ou os passos necessários para resolver o problema. Uma outra característica do problema mal elaborado ou mal estruturado é que nesse tipo de problema podem ser encontradas diferentes soluções válidas, utilizando métodos diferentes e igualmente válidos, como tentativa de resolver o mesmo problema. Exemplo de problema mal definido são aqueles desenvolvidos no campo das Ciências Sociais que, geralmente, permite diversas soluções, todas aceitas, para o mesmo tipo de problema.

3.2 Tipologia de problemas

Na literatura vários autores utilizam formas diferentes de classificação dos problemas. Nos restringiremos as classificações dadas por Pozo e Crespo (1998), que classificam os problemas como científicos, do cotidiano e escolares (qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas), os quais serão descritas a seguir.

3.2.1 Problemas científicos

Na opinião de Pozo e Crespo (1998) a ciência através de seu método científico propõe ou elabora seus próprios problemas e o que os diferenciam dos outros dois tipos de problemas, o cotidiano e o escolar, é a estratégia através da qual esses

problemas são resolvidos aplicando o levantamento de hipóteses a partir de modelos teóricos, nas medidas quantitativas e na experimentação. Além da busca por encontrar soluções para os problemas, o método científico, também elabora suas próprias perguntas.

De acordo com Pozo e Crespo (1998) o problema científico exige uma explicação, procura entender as causas e o que o gerou. Exige comprovação das hipóteses levantadas. Geralmente, na resolução de problemas o método científico utiliza-se das seguintes fases observação da natureza e proposição do problema, formulação de hipóteses, planejamento e execução de experimentos e confronto das hipóteses com os resultados obtidos.

No atual momento, estamos vivendo um problema de cunho científico. A chegada da Covid-19 causada pelo vírus chamado corona vírus, impôs uma situação nova e urgente, que tem desafiado cientistas do mundo inteiro. Passados mais de seis meses, não se encontrou uma resposta de combate a esse vírus que, além de causar muitos óbitos e trazer diversos problemas de saúde a boa parte da população mundial, afetou a economia global. Tal situação tornou-se um problema cotidiano, pois modificou a rotina das pessoas, obrigando-as a se reinventarem para buscar seu sustento, uma vez que, com o advento da pandemia do corona vírus, muitas pessoas perderam seus empregos ou tiveram seus salários reduzidos. Outra, as pessoas tiveram de modificar seus estilos de vida e sua rotina, como usar máscara, ficar mais tempo em casa, novos hábitos de higiene, distanciamento social, evitar atividades recreativas ou ambientes com muitas pessoas para evitar serem contaminados pelo vírus.

3.2.2 Problemas do cotidiano

De acordo com Pozo e Crespo (1998) na resolução dos problemas cotidianos o sujeito está interessado em obter o sucesso, ou seja, resolver o problema. Como exemplo, os autores citam a situação quando uma criança tenta acertar uma cesta de basquete, ela não reflete sobre que movimento o braço deve fazer, a trajetória que a bola deve desenvolver, a velocidade que deve atingir, o peso da bola, simplesmente ela quer acertar a cesta, obter sucesso nos seus arremessos.

Pozo e Crespo (1998) dizem que nos problemas cotidianos os sujeitos estão interessados em encontrar os procedimentos corretos sem se importar com as

explicações do funcionamento. A resolução de problemas cotidianos representa um processo pouco reflexivo e pouco guiado por hipóteses, é um processo menos rigoroso, controlado e mais espontâneo.

3.2.3 Problemas escolares

Para Pozo e Crespo (1998), os problemas escolares deveriam representar a ponte entre os problemas da vida cotidiana dos alunos e os problemas científicos. Esses tipos de problemas, os escolares, deveriam gerar nos alunos conceitos, procedimentos e atitudes pertencentes a ciência para que os mesmos pudessem compreender e responder de forma mais clara as perguntas emanadas do funcionamento cotidiano da natureza e da tecnologia. Os problemas escolares podem ser divididos em qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas.

3.2.3.1 Problemas escolares qualitativos

Segundo Pozo (1998), os problemas qualitativos são problemas abertos em que se deve explicar um determinado fato, analisar situações da vida cotidiana ou científica procurando interpretá-las com base nos conhecimentos prévios ou em modelos conceituais apresentados pela ciência. Nesse tipo de problema escolar o aluno precisa resolver o problema utilizando raciocínios teóricos, baseando-se em seus conhecimentos. Não há necessidade da efetuação de cálculos numéricos e/ou procedimentos experimentais. Um exemplo para esse tipo de problema seria explicar, raciocinando, porque a roupa seca mais rapidamente em dias em que se venta muito. A intenção desse tipo de problema é relacionar os conceitos científicos com os fenômenos da vida cotidiana. Para isso, o aluno deve recorrer a seus conhecimentos prévios articulando-os com a informação que recebeu e a partir daí formular hipóteses na tentativa de encontrar uma solução (Pozo, 1998).

Essa pesquisa se utilizará, justamente, desse tipo de problema escolar, o problema qualitativo, porque pretende apresentar um problema aberto que faça com que os alunos raciocinem, busquem seus conhecimentos prévios, levantem hipóteses que possam trazer uma ou mais soluções para o problema proposto e aproximem essas soluções a respostas do conhecimento científico.

3.2.3.2 Problemas escolares quantitativos

De acordo com Pozo (1998), esse tipo de problema baseia-se no cálculo matemático, na comparação de dados e na utilização de fórmulas. Nesse caso a informação recebida é principalmente quantitativa, apesar da solução em alguns casos não ser. Um exemplo desse tipo de problema, segundo Pozo (1998) é perguntar quantos litros de água cabem em um cubo oco que apresenta 20cm de aresta. O aluno deve recorrer a fórmulas matemáticas para resolver o problema utilizando o número apresentado. Depois de calcular o volume em cm^3, necessita fazer a conversão entre as unidades de medida de volume, passando de cm^3 para litros, utilizando regras matemáticas.

3.2.3.3 Problemas escolares pequenas pesquisas

Segundo Pozo (1998), as pequenas pesquisas consistem no desenvolvimento de trabalhos práticos pelos alunos, seja no laboratório ou em outro lugar. Não podem ser classificados com “pesquisas”, do ponto de vista da ciência, apesar de apresentar alguns aspectos que se aproximam da pesquisa científica como formular hipóteses, elaborar uma estratégia de trabalho e refletir sobre os resultados encontrados. As pequenas pesquisas também apresentam algumas características próximas dos problemas qualitativos e quantitativos. Uma pretensão desse tipo de problema é aproximar o aluno da metodologia do trabalho científico. Como exemplo de pequenas pesquisas seria o problema por Gómez Crespo *et*. al (1991): planeje uma experiência que permita comparar os conteúdos energéticos de várias substâncias combustíveis e indagar qual é a mais eficaz e a mais barata na hora de aquecer um objeto (por exemplo, um recipiente com água). As substâncias que você usará são: álcool etílico (de farmácia), parafina (velas), e gás butano (lamparina do laboratório). Qual é a mais econômica? Qual é a mais rápida? Qual tem maior conteúdo energético?

3.3 Diferença entre exercício e problema

Para Clement e Terrazzan (2012) a principal diferença entre problema e exercício é que ao tentar resolver um problema o aluno não obtém uma solução de

forma pronta e acabada, mas que na verdade, ao tentar resolvê-lo necessita de um processo de reflexão e tomada de decisões, resultando na proposição de uma série de passos e etapas que deverão se seguir. Em contrapartida, no exercício, o aluno de forma automática, através de um conjunto de passos já conhecido por ele, consegue resolver por meios dos caminhos habituais, encontrando uma resposta previamente definida.

Para Pozo e Echeverría (1998), uma situação só poderá ser identificada como um problema se for reconhecida pelo o indivíduo que a enfrenta como tal e, que este não possua dispositivos automáticos que possibilitem a solução do problema de forma imediata, sem obrigá-lo a passar por um processo reflexivo e exigir a tomada de decisões dos passos a serem seguidos.

Ainda de acordo com Pozo e Echeverría (1998, grifo dos autores) a principal característica que diferenciaria um problema de um exercício seria, no caso do exercício, o indivíduo dispõe e utiliza-se de mecanismos, habilidades ou técnicas *sobreaprendidas*, que o leva a solução imediata. Assim, segundo os autores, o que para uma pessoa possa representar um problema para outra trata-se apenas de um exercício. A exemplo, uma jogada de xadrez para um jogador novato pode representar um problema, enquanto que pra um outro jogador experiente, constitui apenas um exercício, pois este já possui as soluções automatizadas.

3.4 Os personagens da ABRP: como devem atuar professor e estudantes

Lopes *et al.* (2019) descrevem que professor e alunos devem assumir papéis distintos na ABP, opostos àqueles que desempenham no ensino tradicional. Esses novos papéis precisam ser bem desenvolvidos para que o aprendizado dos estudantes ocorra da melhor maneira possível.

De acordo com Lopes *et al.* (2019) o termo mais utilizado para o professor na ABRP é tutor. De acordo com esses autores, o termo tutor apresenta vários significados e pode, inclusive, ser utilizado em outros ambientes convencionais fora da área educacional. O professor é personagem fundamental, tem um papel de muita relevância e bem definido na ABRP. Porém, na ABRP o significado mais indicado para tutor de acordo com os autores é de *“professor orientador”*. Para assumir esse novo papel, o professor deve permitir que os alunos sejam os

protagonistas do processo, cabendo-lhe fornecer as devidas orientações quando forem necessárias.

Na visão de Lopes *et al.* (2019), os alunos assumem um papel central nessa metodologia, sendo responsáveis por realiar as atividades, indagar sobre elas, propor soluções para o problema. Por isso, são ditos alunos ativos no processo educativo. Na intenção de solucionar o problema, os alunos trabalham em ciclos de aprendizagem e isso permite que desenvolvam habilidades como identificar, selecionar, compartilhar, discutir, negociar, debater, questionar. Enfim, os alunos aprendem de maneira colaborativa e são autores de seus próprios conhecimentos, mediados pela sutileza do professor.

Dentre tantas ferramentas que o professor pode aplicar com seus estudantes para o desenvolvimento de uma aprendizagem baseada em problemas, a sequência didática aparece com uma alternativa possível para essa finalidade. Nesse próximo capítulo serão apresentadas informações sobre as sequências didáticas.

CAPÍTULO 4

4. Sequências Didáticas

Uma sequência didática pode ser definida como uma estratégia de ensino e aprendizagem que utiliza atividades bem organizadas, onde se procura diminuir as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, e que devem ficar claros os objetivos tanto para o professor como para os estudantes.

Para ZABALA (1998, p.18) “uma sequência didática pode ser entendida como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Segundo Meheut e Psillos (2004) uma sequência didática é uma atividade de pesquisa intervencionista e um produto, como um pacote tradicional de unidade curricular, que inclui atividades de ensino e aprendizagem com pesquisas bem orientadas, adaptadas empiricamente ao raciocínio do estudante. Às vezes, também estão incluídas diretrizes de ensino que abrangem as reações esperadas dos estudantes.

De acordo (Méheut e Psillos 2000, Psillos e Méheut 2001), apesar de em décadas passadas terem sido usados diversos termos, após amplas discussões em simpósios internacionais recentes, o termo sequência de ensino aprendizagem passou a ser utilizado para denotar a estreita relação entre o ensino proposto e o aprendizado esperado dos estudantes, diferentemente de uma pesquisa com ênfase apenas na coleta de dados.

Fazendo uma comparação com outras estratégias de ensino a SD apresenta algumas propriedades em que a pesquisa e a aprendizagem do estudante atuam como um sistema interligado. “Uma característica distintiva de uma sequência de ensino e aprendizagem (TLS) é a sua inclusão em um processo evolutivo gradual baseado em pesquisa, com o objetivo de entrelaçar a perspectiva científica e a do estudante”. (MEHEUT E PSILLOS, 2004, p. 516).

Com base na imagem da figura (10), podemos perceber que de acordo com Méheut e Psillos (2004) duas dimensões devem ser consideradas na elaboração de uma TLS, a epistêmica e a pedagógica. A dimensão epistêmica relaciona os conhecimentos científicos com o mundo real, enquanto, na dimensão pedagógica, analisa as relações interpessoais, professor-estudante e estudante-estudante.

Figura 10: Losango didático que descreve o planejamento de uma sequência de ensino e aprendizagem.

Fonte: Meheut e Psillos (2004, tradução nossa).

No eixo vertical, encontra-se a dimensão epistêmica que conecta o mundo real ao conhecimento científico. Ao longo desse eixo podemos encontrar suposições sobre métodos, processos de elaboração e validação do conhecimento científico. No eixo horizontal, eixo da dimensão pedagógica, vamos encontrar escolhas sobre o papel do professor, as interações professor-estudantes e estudantes-estudantes.

Nos vértices, temos dos lados esquerdo/direito os personagens do processo ensino aprendizagem, professor e estudantes. Embaixo, o mundo material e em cima, o conhecimento científico.

Relacionando os vértices dois a dois: da conexão dos vértices estudantes-mundo material podemos considerar as concepções dos estudantes; as atitudes dos estudantes em relação ao conhecimento científico podem ser entendidas a partir da ligação entre os vértices estudantes-conhecimento científico; a ligação entre os vértices professor-mundo material pode explicar como o professor pode criar atividades a partir das concepções de seus estudantes e o a conexão dos vértices professor-conhecimento científico pode ser entendida como o professor se aproxima do conhecimento científico para criar situações em que desenvolva uma aprendizagem mais efetiva de seus estudantes.

De acordo com Meheut e Psillos (2004), considerações que influenciam no desenvolvimento de uma sequência de ensino aprendizagem devem incluir pesquisas sobre as concepções dos estudantes, características de domínio científico especifico, premissas epistemológicas, perspectivas de aprendizagem, abordagens pedagógicas atuais e características do contexto educacional.

Todas essas considerações, apresentadas pelos autores, dialogam com o que preconiza a ABRP, visto que, essa abordagem de ensino e aprendizagem inicia o seu processo confrontando e desafiando os estudantes a buscar solução para um problema contextual que lhes é apresentado. Esse problema deve instigar o levantamento de hipótese que visem sua solução. Em um outro momento do estudo dessa abordagem, procurasse fazer a verificação das concepções prévias desses estudantes e, a partir dessas informações o professor se apropriará das ferramentas educacionais que melhor se adequem aos objetivos de aprendizagem para os estudantes, levando em consideração a realidade social e escolar desses estudantes.

A participação do professor deve ser discreta, porém decisiva e mediadora, proporcionando o protagonismo estudantil e levando os estudantes a um conhecimento mais próximo possível do conhecimento científico a respeito dos conteúdos relacionados ao problema apresentado.

A seguir discutiremos os procedimentos metodológicos de nossa pesquisa.

CAPÍTULO 5

5. Percurso Teórico-Metodológico

O presente trabalho tem como objetivo investigar as contribuições de uma sequência didática pautada na ABRP para a aprendizagem do conteúdo de reações químicas, vinculada à temática conversor catalítico de motocicletas, em uma turma de primeiro ano do ensino médio da escola pública. Essa escolha surgiu da percepção da importância do conteúdo e da necessidade de obter melhores resultados na aprendizagem dos estudantes. Além, é claro, tem a intenção de provocar a curiosidade, a respeito da temática, fazendo com que eles possam refletir e compreender a importância das transformações químicas em diversas atividades da vida humana e como elas podem impactar no meio ambiente.

Com o propósito de responder à questão principal deste estudo e atingir os objetivos apresentados, a pesquisa encontra-se numa perspectiva predominantemente qualitativa, visto que na opinião de Minayo e Sanches (1993) esse tipo de abordagem proporciona uma aproximação essencial e de confiança entre sujeito e objeto, em razão de ambos serem de mesma natureza, o que desperta a compreensão aos motivos, às intenções, aos projetos dos atores, a partir dos quais as ações, as estruturas e as relações tornam-se significativas.

5.1 Contexto de Possibilidade de Aplicação da Pesquisa

A presente pesquisa faz parte de uma das exigências para obtenção do título de mestre em química do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Química o PROFQUI, ofertado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A referida pesquisa servirá de base para a aplicação de uma sequência didática estruturada a uma situação-problema ou problema envolvendo uma temática ligada ao conceito de reações químicas. A sequência didática será utilizada como Produto Educacional, outra exigência do programa de mestrado e, deverá ser disponibilizada no site PROFQUI nacional.

Esse produto educacional – Sequência Didática utilizando ABRP - representa uma ferramenta educacional, disponível para professores de química do ensino médio que desejam utilizar metodologias ativas e dessa forma, modificar a maneira de edificar o processo de ensino e aprendizagem. Inicialmente, foi projetado para ser

aplicado em turmas do 1° ano do ensino médio de escolas públicas da Paraíba, mas poderá ser readaptado para turmas de escolas privadas, desde que sejam dados os devidos créditos aos seus autores.

As atividades pensadas nesse produto educacional, utilizam materiais disponíveis na maioria das escolas ou fáceis de se adquirir, como vídeos e textos que podem ser baixados da internet; material escolar como folhas de papel ofício, impressora, quadro branco e pincéis, televisão; massa de modelar e palito (dente ou de fósforo); material para realização das reações químicas como água oxigenada (peróxido de hidrogênio), batata inglesa, carvão ativado, corante.

A SD elaborada é composta por avaliação diagnóstica dos estudantes, situação-problema envolvendo conversor catalítico em motocicletas, aula expositiva/ discursiva sobre o conteúdo de reações químicas, exposição de vídeo sobre história das reações químicas, realização de aulas experimentais, construção de modelos atômicos/ moleculares, exposição de vídeo e texto sobre conversor catalítico em motocicleta e apresentação da (s) solução(ões). E para finalizar todo o estudo, foi selecionado/elaborado um questionário para verificar as percepções dos estudantes (escala Likert) acerca do processo de intervenção didática.

A proposta inicial era o desenvolvimento do produto educacional e sua aplicação em uma escola pública paraibana, no entanto, com o advento da pandemia causada pelo coronavírus, sua aplicação tornou-se inexequível. Porém, o PROFQUI possibilitou essa defesa considerando o desenvolvimento do produto educacional.

5.2 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento deste trabalho de pesquisa são: elaboração do problema, elaboração de uma avaliação diagnóstica, elaboração de uma sequência de ensino e aprendizagem e elaboração/seleção de um instrumento de análise das percepções dos estudantes em relação à sequência didática.

5.2.1 Elaboração do Problema

De acordo com Pozo e Echeverría (1998) uma determinada situação só poderá ser considerada como problemática na medida em que se tenha o seu

reconhecimento como tal e não se disponibilize de uma sequência de passos automatizados que possa solucioná-la sem que haja processo de reflexão e uma tomada de decisão por parte de quem deva responder ao problema.

Para Pozo e Crespo (1998), levando em consideração uma perspectiva construtivista, a solução de problemas inicia-se sempre por estimular as concepções prévias dos alunos a respeito das informações que possibilitem compreender e perceber o problema.

Todas as vezes que tentamos aprender algo novo, recorremos a nossos conhecimentos prévios na tentativa de organizar informações que permitam-nos compreender o que está sendo aprendido.

> Assim, entendemos que conhecimentos prévios são todos aqueles conhecimentos (corretos ou incorretos) que cada sujeito possui e adquiriu ao longo de sua vida na interação com o mundo que o cerca e a escola. Esse conjunto de conhecimentos serve para que ele conheça o mundo e os fenômenos que observa, ao mesmo tempo que o ajudam a prever e controlar os fatos e acontecimentos futuros. (POZO e CRESPO, 1998, p. 87)

Portanto, é preciso averiguar que conhecimentos os alunos carregam consigo sobre o conceito de reações químicas, conhecimentos esses que os auxiliarão na resolução do problema.

Para elaboração do problema foi pensada a temática conversor catalítico (figura 11) em motocicletas tomando como base as informações do PROMOT - Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (Anexo). De acordo com esse programa, o número de motocicletas tem aumentado vertiginosamente e esse meio de transporte tem percorrido distâncias que chegam a ser seis vezes maiores que aquelas percorridas por carros e, portanto, esses meios de transporte têm poluído muito o meio ambiente.

Sobre o PROMOT - Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares, o documento dispõe:

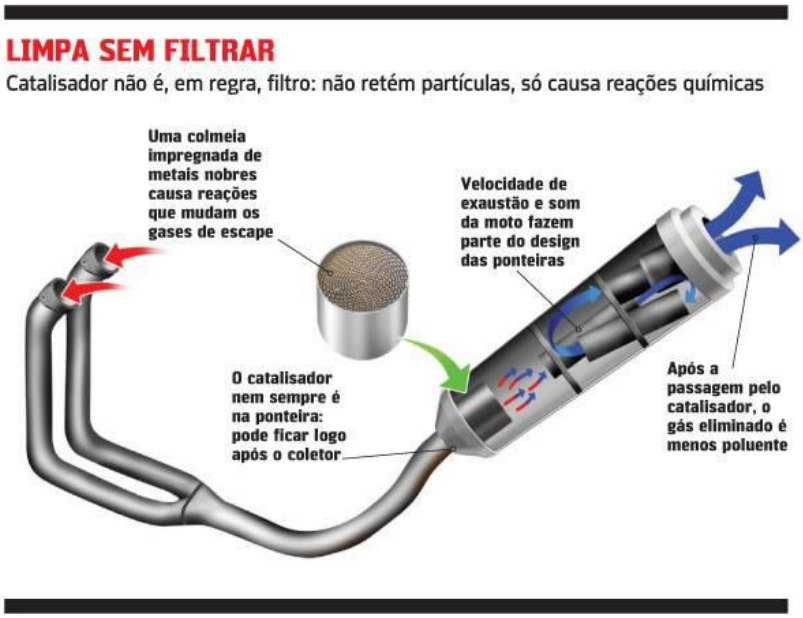
> Assim surgiu em 2002 o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares – PROMOT, introduzido pela Resolução nº 297/2002 do CONAMA, com o objetivo de complementar o controle do PROCONVE e contribuindo, sobremaneira, para reduzir a poluição do ar por fontes móveis no Brasil. A legislação que fundamenta o PROMOT foi baseada nas legislações vigentes na Europa, principalmente na Diretiva das Comunidades Européias de nº 97/24/EC, sendo que os primeiros limites

> propostos para vigorar a partir de 2003 (equivalentes ao limites EURO I), levaram em consideração o estágio tecnológico em que se encontrava a indústria nacional de motociclos e similares. Seguiram-se fases posteriores com reduções significativas nas emissões, em equivalência aos limites estabelecidos pela CEE (limites EURO II e EURO III). Subsequentemente, foram publicadas a Instrução Normativa IBAMA n° 17/2002 e a Resolução CONAMA 342/2003, complementando a Resolução 297/2002, estabelecendo limites EURO III para os motociclos, e cuja entrada em vigor se deu em 2009. ()

Fonte: https://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/promot_163.pdf. Acesso, fevereiro de 2020

A situação-problema proposta nesse trabalho refere-se ao estudo de conversores catalíticos em motocicletas que, como veremos, tratam-se de catalisadores heterogêneos. Portanto, a seguir estaremos dando ênfase a catalisadores heterogêneos. Na figura (11), temos um conversor catalítico em motocicleta que representa um desses tipos de catalisadores heterogêneos.

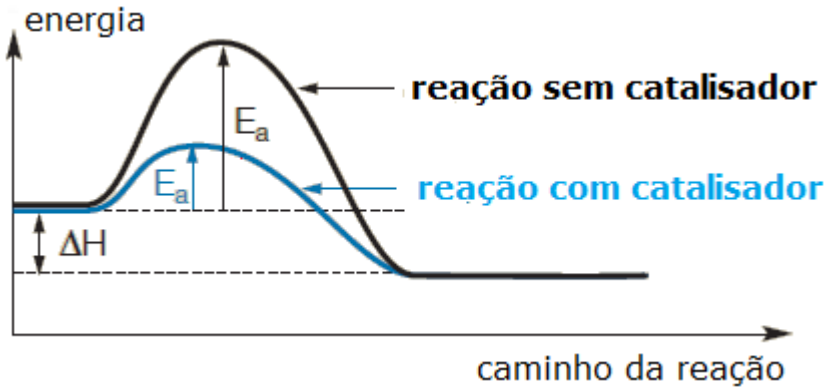
Figura 11: Conversor catalítico em motocicletas.



Fonte: https://quatrorodas.abril.com.br/noticias/catalisadores-no-escape/. Acesso, outubro de 2020.

Para Atkins, Jones e Laverman (2018) um catalisador é uma substância que acelera a velocidade de uma reação química, fornecendo um novo caminho – um mecanismo de reação diferente. Esse caminho alternativo apresenta energia de ativação menor que a da reação original. A energia de ativação representa a energia mínima e necessária para que a reação ocorra. Na figura (12) temos um gráfico que mostra as energias de ativação das reações com e sem o uso de catalisador.

Figura 12: Energia de ativação de uma reação química com e sem catalisador



Fonte: https://www.coladaweb.com/quimica/fisico-quimica/energia-de-ativacao. Acesso, maio de 2020.

Segundo Atkins, Jones e Laverman (2018) os catalisadores podem ser homogêneos ou heterogêneos. Um catalisador é homogêneo quando se encontra na mesma fase dos reagentes e um catalisador é heterogêneo quando se encontra em fase diferente da dos reagentes.

De acordo com Florencio (2015) na catálise heterogênea o mais comum é o catalisador estar na fase sólida e o reagente nas fases líquida ou gasosa. Esse catalisador, no geral, trata-se de um metal nobre como ouro (Au), prata (Ag), paládio (Pd), ródio (Rh) ou ítrio (Y). A reação ocorre na superfície do metal. As moléculas dos reagentes são adsorvidas na superfície do catalisador. As adsorções são reações de oxirredução, ou seja, o catalisador funciona como um ácido de Lewis, espécie receptora de elétrons, sofrendo redução e o reagente funcionam como uma base de Lewis, espécie doadora de elétrons, sofrendo oxidação.

Florencio (2015) destaca que na construção desses catalisadores, como envolve metais nobres, logo são caros, se utiliza a estrutura interna feita de um material mais barato, exemplo um óxido, e recobre esse material com uma camada do metal nobre, pois a reação acontece somente na superfície. Existem dois tipos de catalisadores industriais: 1- Catalisador mássico constituído só pelo metal (mais caro). 2- Catalisador sobre material poroso de algum óxido, aumenta a superfície de contato e barateia o catalisador. Um problema para o uso do catalisador sobre material poroso é a sinterização. A sinterização constitui um processo que ocorre quando os átomos do metal começam a se aglutinar, diminuindo a área superficial e, portanto, limitando a eficiência do catalisador.

Atkins, Jones e Laverman (2018) relatam que os catalisadores ou conversores catalíticos utilizados nos veículos automotivos possuem a função de garantir a combustão rápida e completa do combustível que não foi queimado no motor. Os gases expelidos pelo motor são dióxido de carbono, água, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio (NO_x) e hidrocarbonetos não queimados.

Segundo Atkins, Jones e Laverman (2018) nesses catalisadores ou mistura de catalisadores, acontecem reações de oxirredução, como a dos compostos de carbono que sofrem oxidação a dióxido de carbono e a dos óxidos de nitrogênio (NO_x) que são reduzidos a nitrogênio. As zeólitas (aluminossilicatos) são empregadas na produção desses tipos de catalisadores heterogêneos por apresentar microporosos e estruturas com canais hexagonais unidos por túneis. Essas estruturas aumentam a superfície de contato com os reagentes. Uma outra característica das zeólitas reside na natureza fechada dos seus sítios ativos que permite que compostos intermediários permaneçam no interior dos canais até que os produtos sejam formados.

Pelo exposto, apresentamos a seguir o problema proposto como ponto de partida da sequência de ensino e aprendizagem:

Na tentativa de diminuir as despesas com transporte e aumentar a rapidez na locomoção, muitas pessoas têm sido influenciadas a adquirir motocicletas como forma de transporte alternativo. Em consequência, o número de motocicletas nas ruas tem aumentado vertiginosamente o que vem acarretando um acréscimo no nível de poluição dos grandes centros urbanos. Para amenizar essa agressão ao meio ambiente, as motocicletas possuem em seu sistema de escapamento um equipamento fundamental, o conversor catalítico ou catalisador.

Com base no que fora exposto no texto acima, pergunta-se:

Q1) A maioria das motocicletas utilizam a gasolina e o álcool como combustíveis. Após a combustão, essas substâncias, gasolina e álcool, continuam sendo as mesmas ou se transformam em outras substâncias? Em caso afirmativo, escreva os nomes dessas novas substâncias.

Q2) No conversor catalítico acontecem transformações físicas ou químicas? Explique sua resposta.

Q3) Você poderia citar outros exemplos de transformações cotidianas similares àquelas que acontecem no conversor catalítico?

5.2.2 Elaboração de uma avaliação diagnóstica

Para que se possa fazer uma avaliação diagnóstica dos alunos foi elaborado um questionário com quatro perguntas, para avaliar os conhecimentos deles sobre o conceito de reações químicas. Na análise das respostas desses alunos foram consideradas quatro categorias de análise: resposta satisfatória (RS), resposta parcialmente satisfatória (RPS), resposta insatisfatória (RI) e não respondida (NR) (LACERDA, 2012).

Quadro 1: questão Nº 1 da avaliação diagnóstica.

Questão N° 1	
Enunciado	Se aquecermos o iodo sólido (bolinhas de cor cinza) ele sofrerá sublimação e se formará um gás de cor lilás e um cheiro forte e irritante. Ao queimarmos o carvão também haverá liberação de gás (fumaça) e um cheiro característico. Em qual dos dois casos ocorre uma transformação química? Justifique.
Objetivo	Essa questão tem por finalidade identificar a compreensão dos alunos sobre o que é uma transformação química, diferenciando-a de uma transformação física. Aqui, busca-se usar duas situações similares com o intuito de identificar se os alunos apresentam a noção científica esperada de reação química. A ideia é partindo de dois experimentos similares aprofundar a discussão sobre reação química e processo físico a partir de fenômenos semelhantes. De acordo com Piaget (1977) é necessário oportunizar atividades experimentais aos alunos, para que eles, de forma espontânea, possam validar ou invalidar as hipóteses que formularam na tentativa de explicar um determinado fenômeno.

Avaliação	Para efeito de avaliação serão consideradas satisfatórias (RS) as respostas daqueles alunos que indicarem que no experimento do iodo ocorreu uma transformação física em virtude de se tratar apenas de uma mudança de estado físico, podendo ser facilmente recuperada a fase sólida com o resfriamento da fase gasosa. E no caso do aquecimento do carvão, ocorre uma reação química porque o carvão contém carbono e ao ser aquecido entra em combustão reagindo com oxigênio do ar e formando o gás carbônico. As respostas serão consideradas parcialmente satisfatória (RPS) se os alunos conseguirem classificar adequadamente e propuserem uma explicação para suas respostas. Essas respostas devem demonstrar que eles usaram seus conhecimentos prévios, no entanto, não souberam verbalizar para uma linguagem próxima da proposta pelo modelo científico. Serão consideradas as respostas insatisfatórias (RI) aquelas em que os alunos classificaram de maneira errada e/ou propuserem uma explicação inadequada para sua escolha. Serão consideradas como não respondidas (NR) as questões em que os alunos não apresentarem respostas.

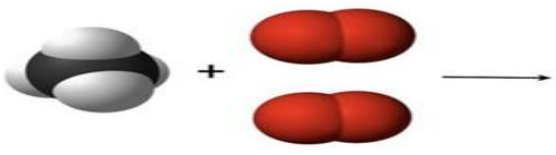
Quadro 2: questão Nº 2 da avaliação diagnóstica.

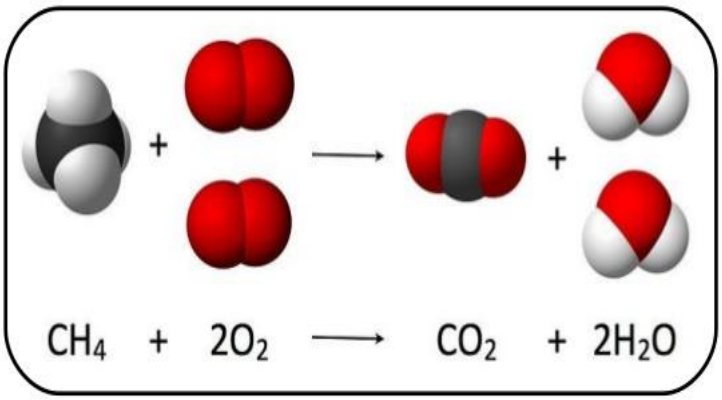
Questão N° 2	
Enunciado	A seguir são apresentadas algumas situações do cotidiano. Assinale a(s) situação(ões) em que está(ão) ocorrendo reação(ões) química(s) e apresente duas evidências que justifiquem suas respostas. ( ) Enferrujamento de um portão por falta de pintura ( ) Apodrecimento de uma fruta ( ) Preparar uma garapa dissolvendo o açúcar na água ( ) Combustão da gasolina dentro do motor de um veículo

	( ) Cozimento de um alimento ( ) Desbotamento de uma roupa colorida ao entrar em contato com a água sanitária ( ) Derretimento do gelo ( ) Explosão de uma bomba
Objetivo	Na questão 2 busca-se colocar os alunos frente as situações do dia-a-dia com a intenção de fazê-los perceber os diversos tipos de reações químicas que os cercam e, usando as evidências macroscópicas possam diferir entre as reações químicas e as transformações físicas. Neste caso, são consideradas reações químicas enferrujamento de um portão por falta de pintura (evidências macroscópicas: mudança de cor e corrosão do metal devido à ação do oxigênio atmosférico), apodrecimento de uma fruta (evidências macroscópicas: mudança de cor, sabor, cheiro, textura), combustão da gasolina dentro do motor de um veículo (evidências macroscópicas: produção de gases, aquecimento, produção de vapor de água), cozimento de um alimento (evidências macroscópicas: mudança de cor, cheiro, sabor, textura), desbotamento de uma roupa colorida ao entrar em contato com a água sanitária (evidências macroscópicas: mudança de cor, enfraquecimento do tecido) e explosão de uma bomba (evidências macroscópicas: produção de gases, liberação de calor e luz, odor). São classificados como fenômenos físicos preparar uma garapa dissolvendo o açúcar na água (o açúcar apenas se dissolve, ou seja, tem sua partículas dispersas no solvente água, porém continua sendo sacarose) e derretimento do gelo (trata-se de uma mudança de fase da água, passando da fase sólida para a líquida).

Avaliação	Serão consideradas como respostas satisfatórias (RS) a correta identificação das situações que representem reações químicas, desde que sejam apresentadas as evidências que foram identificadas por eles para que fossem tomadas essas decisões. Serão consideradas como parcialmente satisfatória (RPS) aquelas respostas que apresentem a correta identificação de mais da metade das situações acompanhadas das suas evidências. As respostas consideradas insatisfatórias (RI) serão aquelas em que os acertos atingirem um número menor que a metade das situações apresentadas. Quando os alunos não apresentarem respostas (NR) serão considerados como questão não respondida.

Quadro 3: questão Nº 3 da avaliação diagnóstica.

Questão N° 3	
Enunciado	A imagem a seguir representa um modelo atômico/molecular para a reação química entre o gás metano (CH_4) e o gás oxigênio (O_2) formando gás carbônico (CO_2) e água (H_2O). Na imagem só aparece os reagentes, faça um desenho semelhante (pintando com as mesmas cores os átomos de um mesmo elemento químico) mostrando os produtos formados colocando-os a direita da seta. O carbono está representado pela bola de cor preta, o hidrogênio de cor cinza e o oxigênio de cor vermelho. Figura 13: Modelo atômico/molecular da reação metano e oxigênio  Fonte: pt.slideshare.net

	Atkins, Jones e Laverman (2018) relatam que essa reação trata-se de uma de reação de combustão em que o metano reage com o oxigênio do ar, convertendo-se a dióxido de carbono e água e liberando energia, sendo portanto, exotérmica. As ligações carbono-hidrogênio da molécula do metano são substituídas pelas ligações O-H, presentes na água, e a ligação oxigênio – oxigênio é substituída por duas ligações C=O. A seguir temos a equação que representa essa reação: Figura 14: Reação de combustão do metano  Fonte: https://pt.slideshare.net/fabioois/combusto-17859548, Acesso, janeiro de 2020.
Objetivo	Nessa questão os alunos são provocados a através de uma representação atômico/molecular, demonstrar seus conhecimentos sobre o rompimento das ligações entre os átomos que formam as moléculas dos reagentes, havendo um novo reordenamento desses átomos com consequente formação de novas ligações e dando origem aos produtos.

Avaliação	Com base nessas informações serão consideradas respostas satisfatórias (RS) aquelas em que os alunos conseguirem apresentar um desenho condizente com as representações das moléculas de gás carbônico e água nas quantidades certas (uma molécula de gás carbônico e duas moléculas de água); Serão consideradas parcialmente satisfatórias (RPS) as respostas dos alunos que conseguirem fazer os desenhos das moléculas do gás carbônico e da água em quantidades diferentes daquelas que causariam o balanceamento da equação; As respostas que apresentarem desenhos que não condizem com as moléculas de gás carbônico e água serão consideradas insatisfatórias (RI) e os alunos que não apresentarem respostas serão consideradas não respondida (NR).

Quadro 4: questão Nº 4 da avaliação diagnóstica.

Questão N° 4	
Enunciado	A amônia é uma substância que pode ser utilizada na fabricação de fertilizantes agrícolas, de produtos de limpeza, de explosivos, fibras e plásticos, entre outros produtos. Considerando que a amônia (NH_3) seja obtida através de uma reação entre os gases hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2) e considerando ainda que a reação seja completa (sem reagentes em excesso) responda as questões abaixo de acordo com as leis de Lavoisier (conservação das massas) e Proust (proporções fixas). $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightarrow 2NH_{3(g)}$ (23) Dados (massas molares: N_2 = 28g/mol; H_2 = 2g/mol e NH_3 = 17g/mol) a) Qual a quantidade de amônia formada se reagirem 6g de gás hidrogênio com 28g de gás nitrogênio? b) Qual a quantidade de gás hidrogênio consumida e de amônia

	formada, se forem utilizados 14g de gás nitrogênio? c) Que quantidades dos gases hidrogênio e nitrogênio devem reagir para formar 68g de amônia? d) Qual a quantidade de gás nitrogênio consumida e de amônia formada, se forem utilizados 24g de gás hidrogênio? e) Qual a quantidade de gás hidrogênio consumida e de amônia formada se forem utilizadas 280g de gás nitrogênio?
Objetivo	Nessa questão serão trabalhados cálculos matemáticos aplicados as leis da conservação da massa (Lei de Lavoisier) e as proporções definidas (Lei de Proust).
Avaliação	Para avaliação dessa questão serão usados os critérios resposta satisfatória (RS) para as respostas dos alunos que encontrarem os seguintes valores: Alternativa a) 34g de amônia; Alternativa b) 3g de gás hidrogênio e 17g de amônia; Alternativa c) 12g de gás hidrogênio e 56g de gás nitrogênio; Alternativa d) 112g de gás nitrogênio e 136g de amônia: Alternativa e) 60g de gás hidrogênio e 340g de amônia. Serão consideradas respostas parcialmente satisfatória (RPS) aquelas em que os alunos apresentarem mais de cinquenta por cento de acerto; resposta insatisfatória (RI) aquelas respostas com menos de cinquenta por cento de acerto e não respondida (NR) quando os alunos não apresentarem respostas. Na aplicação desse questionário, os alunos deverão responder individualmente. Para auxiliá-los será feita a leitura e discussão do mesmo antes deles começarem a responder. O questionário será aplicado no formato impresso em papel e disponibilizado pelo pesquisador que informará aos mesmos que eles terão um tempo de 50 minutos para devolução do questionário respondido.

5.2.3 Elaboração da Sequência de Ensino e Aprendizagem

Utilizaremos as orientações dadas por Meheut e Psilos (2005) e também a sequência metodológica da ABRP sistematizada por Freitas (2017) para organização da nossa SD. Segundo esses autores, para elaboração de uma sequência de ensino aprendizagem deve ser levado em consideração as dimensões epistêmicas e pedagógica.

Sendo assim, na dimensão epistêmica, utilizaremos a construção do conhecimento científico sobre o conteúdo de reações químicas – articulada a temática conversão catalítica em motocicletas - e, para essa construção é imprescindível considerar as concepções que os estudantes trazem a respeito deste conteúdo, tratando-se, portanto, do mundo material. Na dimensão pedagógica, temos as relações entre os personagens do processo de ensino e aprendizagem, o professor e os estudantes.

O professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem, aquele que instiga os estudantes a buscarem o conhecimento científico, por exemplo, criando e propondo uma situação-problema contextualizada que ativa os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os estudantes como os agentes ativos do processo, reconhecendo o problema como seu, levantando hipóteses, analisando e desconsiderando hipóteses, escolhendo as fontes de pesquisas, refletindo, dialogando em grupo, opinando, analisando os recursos, elaborando estratégias de resolução para a situação-problema, apresentando seus resultados, discutindo e avaliando todo o processo de construção de aprendizagem.

Considerando as orientações disponibilizadas por Meheut e Psilos (2005) e Freitas (2017), elaboramos a sequência de ensino e aprendizagem, a seguir, observando os pontos discutidos por esses autores.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA

Quadro 5: Avaliação diagnóstica.

1º MOMENTO: Avaliação diagnóstica		
Tempo	**Atividade**	**Procedimento**
50 minutos	Aplicação de questionário	Realizar explanações acerca da intervenção didática. Em seguida aplicar questionário impresso em papel com alunos para se obter uma avaliação diagnóstica dos seus conhecimentos prévios sobre o conceito de reações químicas.

Quadro 6: Leitura e apresentação do problema.

2º MOMENTO: Leitura e apresentação do problema relacionado ao conversor catalítico em motocicletas		
Tempo	**Atividades**	**Procedimento**
50 minutos	Leitura e apresentação do problema; Levantamento de hipóteses; Identificar as informações imprescindíveis e as deficiências na aprendizagem.	Após a leitura e apresentação do problema por um dos estudantes, eles deverão formar duplas e fazer o levantamento dos seus conhecimentos prévios anotando o que sabem sobre o tema. Em seguida, deverão formular hipóteses na tentativa de resolver o problema. Identificar as informações imprescindíveis e as deficiências na aprendizagem. A partir das respostas e das hipóteses levantadas pelos alunos serão aplicados os demais passos da sequência didática no intuito de fornecer elementos que instiguem os alunos na busca pelas soluções do problema e na produção de outros conhecimentos que propiciem um entendimento do conceito científico de reações químicas.

Quadro 7: Aula expositiva e explicativa.

3º MOMENTO: Aula expositiva/ explicativa sobre reações químicas		
Tempo	**Atividades**	**Procedimento**
50 minutos	Aula explicativa/ expositiva com discussões envolvendo o conteúdo explanado	Realização de uma aula expositiva/ explicativa sobre reações químicas seguida de questionamentos e discussões acerca do conteúdo. Será solicitado que os alunos façam anotações no caderno para servir de registro.

Quadro 8: Exposição de vídeo sobre a história das reações químicas.

4º MOMENTO: Exposição de vídeo sobre a história das reações químicas.		
Tempo	**Atividades**	**Procedimento**
50 minutos	Exposição de vídeo sobre história das reações químicas; Atividade em grupo.	Após a aplicação do vídeo (Fig.15) será levantado debate sobre a importância da história da química dando ênfase ao tema reações químicas. Em seguida, será aplicado uma atividade que deverá ser respondida em grupos de quatro alunos. Essa atividade constará de quatro perguntas abertas sobre o vídeo. Os alunos receberão as perguntas impressas em papel ofício e deverão responde-las na própria folha e entregá-las, após responder, ao professor.

Figura 15: Reações químicas: os primórdios.

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=HLAxYoLDO7E. Acesso, dezembro de 2019.

Perguntas relacionadas ao vídeo reações químicas os primórdios:

1) Quando a madeira queima, no que ela se transforma? Escreva a equação química que representa essa transformação.

2) O vídeo fala que é possível encontrar o metal cobre livre na natureza, mas que ele também pode ser obtido se forem escolhidas as pedras certas e colocadas no fogo. Logo, ao queimar essas pedras pode-se obter cobre metálico. Esse processo de obtenção do cobre representa uma reação química? Em caso positivo, escreva a equação que representa essa transformação. Se julgar negativo, explique o porquê.

3) Na queima da madeira, durante sua transformação, principalmente, em cinzas, que mudanças podem ser observadas durante essa transformação?

4) Cite pelo menos dois produtos do nosso cotidiano, mostrados no início do vídeo, que foram obtidos a partir de transformações químicas? Escolha um desses produtos e indique a matéria-prima que o originou.

Quadro 9: Realização de aulas experimentais.

5º MOMENTO: Realização de aulas experimentais.		
Tempo	**Atividades**	**Procedimento**
50 minutos	Experimento 1: Decomposição do peróxido de hidrogênio por catálise enzimática (batata inglesa e água oxigenada) Experimento 2: Adsorção de moléculas de corante em solução aquosa a superfície do carvão ativado	Para aplicação desse quinto momento serão realizadas aulas experimentais que poderão ser realizadas na própria sala de aula, caso a escola não disponha de laboratório de química amplo que comporte todos os alunos com segurança. Antes da realização dos experimentos o professor orientará a turma sobre as normas de segurança em laboratório. Os alunos formarão cinco equipes com quatro alunos. Cada equipe realizará os mesmos experimentos e deverão escolher um colega do grupo para fazer as anotações acerca das observações identificadas pela equipe durante a realização de cada experimento.

Realizados os experimentos por todos os grupos, será solicitado que pesquisem e anotem em uma folha as equações das reações químicas que representem cada experimento realizado nessa aula prática identificando as diferentes características analisadas em cada experimento.

Nesse momento da SD, relacionaremos os três aspectos do conhecimento químico, fenomenológico ou macroscópico, teórico ou microscópico e o simbólico ou representacional com os focos de interesse da química, constituição, propriedades dos materiais e transformações químicas de acordo com Mortimer e Machado (2016). A atividade foi elaborada com o objetivo de:

- Analisar os estados inicial e final da transformação demonstrada no experimento através da equação química (transformação química – simbólico ou representacional);
- Levantar e anotar, através da observação e dos sentidos, as características macroscópicas da reação: mudança de cor, odor, estado físico, liberação de gás, formação de precipitado (propriedades das substâncias e dos materiais - aspecto fenomenológico ou macroscópico).
- Relacionar as propriedades dos materiais as suas partículas atômica/molecular que formam esses materiais (constituição – teórico ou microscópico).

Essa aula terá uma duração de 50 minutos e as pesquisas sobre as equações químicas (nível representacional do conhecimento químico) serão feitas em casa e trazidas na próxima aula e entregues ao professor.

Quadro 10: Utilização de modelo atômico/ molecular (utilização de massa de modelar e palitos de dente).

6º MOMENTO: Utilização de modelo atômico/ molecular (utilização de massa de modelar e palitos de dente)		
Tempo	**Atividades**	**Procedimento**
50 minutos	Montagem de modelos atômicos/moleculares com massa de modelar e palitos. Escrever as equações químicas devidamente balanceadas das reações químicas indicadas pelo professor	Será solicitado aos alunos que formem quatro grupos de cinco participantes. Em seguida, o professor disponibilizará o material necessário. Os grupos receberão massinhas de modelar com as mesmas cores. Haverá uma votação para que os alunos escolham uma cor para cada elemento químico. Exemplo, carbono fica com a cor preta. Decidido as cores de cada elemento, todos os grupos adotarão as cores escolhidas para seus respectivos elementos químicos. A adoção de mesma cor pelos grupos é para que não

		haja confusão na hora de comparar as respostas. O professor escreverá duas equações químicas no quadro. No entanto, no lugar das fórmulas químicas será usado os nomes dos reagentes e produtos, cabendo aos alunos pesquisar, no celular, as fórmulas químicas e montar as equações químicas, identificando reagentes e produtos.

Essa aula será usada para que os alunos possam simular uma transformação química do ponto de vista atômico/molecular e buscar entender o princípio de quebra e formação de ligações químicas com rearranjo dos átomos. Os modelos serão confeccionados pelos alunos usando massa de modelar e palitos. Além do baixo custo a utilização desse material visa envolver os alunos num processo mais ativo.

Após criados os modelos atômicos e montadas as equações químicas os alunos deverão fazer o balanceamento usando os modelos e anotar as reações no caderno. As equações que serão solicitadas aos alunos nessa atividade são a decomposição da água oxigenada em água e gás oxigênio e a reação de combustão do metano com o gás oxigênio produzindo dióxido de carbono e água. As equações solicitadas e devidamente balanceadas estão mostradas a seguir:

Decomposição da água oxigenada (peróxido de hidrogênio):

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2 \quad (24)$$

Combustão do gás metano:

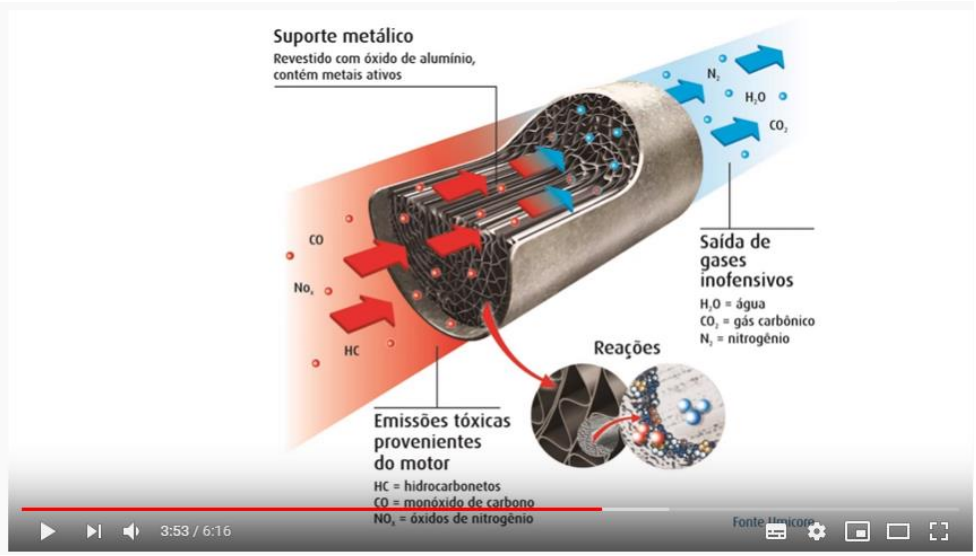
$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \quad (25)$$

Quadro 11: Exposição de um vídeo sobre o tema envolvendo o problema proposto: transformações que ocorrem em um conversor catalítico.

7º MOMENTO: Exposição de um vídeo sobre o tema e aplicação de texto: transformações que ocorrem em um conversor catalítico e escapamento de motos.		
Tempo	**Atividades**	**Procedimento**
50 minutos	Apresentação de vídeo e texto sobre conversores catalíticos em motocicletas. Orientações sobre a produção de slides com as respostas encontradas para o problema proposto neste estudo e dos conhecimentos adquiridos durante o processo.	Apresentação de um vídeo sobre o funcionamento do conversor catalítico em motocicletas (Figura 16) e disponibilização de um texto "intitulado: escapamento, mais do que um simples tubo" (Figura 17) retratando o mesmo tema. Após as apresentações do vídeo (Figura 16) e do texto (Figura 17) o professor passará os informes e as orientações de como serão as apresentações da(s) solução (ões) para o problema proposto. Será solicitado que os alunos retomem suas duplas iniciais (1º momento) e produzam slides com a solução do problema, objeto dessa pesquisa, apresentando, também outros conhecimentos que aprenderam durante o processo.

O catalisador ou conversor catalítico é um equipamento indispensável ao completo processo de combustão e tem como objetivo acelerar a transformação de gases poluentes como monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio convertendo-os em dióxido de carbono, vapor d'água e nitrogênio. Na figura (16), temos a imagem do vídeo que trata do conversor catalítico em motocicletas e será usado em uma das etapas da SD.

Figura 16: Vídeo sobre conversor catalítico de motocicletas.



Fonte: Disponível: https://www.youtube.com/watch?v=G9dECQ7jMHc. Acesso em abril de 2020

A seguir, na figura (17), temos a imagem do texto que será disponibilizado como meio de consulta para os estudantes, trata da importância do conversor catalítico em motocicleta no tubo de escapamento.

Figura 17: Texto sobre a importância do conversor catalítico no escapamento

Fonte: https://www.honda.com.br/motos/blog/escapamento-mais-do-que-um-simples-tubo. Acesso, abril 2020.

Quadro 12: Apresentação das respostas ao problema.

8º MOMENTO: Apresentação das respostas ao problema		
Tempo	**Atividades**	**Procedimento**
50 minutos	Exposição em slides das respostas encontradas para o problema proposto neste estudo e dos conhecimentos adquiridos durante o processo.	Nesse momento da intervenção didática, os alunos voltarão a formar as duplas iniciais e de acordo com as orientações dadas pelo professor no momento anterior, deverão fazer suas apresentações da(s) solução(ões) às questões da situação-problema utilizando agora uma linguagem mais próxima daquela exigida pelo conhecimento científico.

A análise da compreensão dos estudantes após a vivência da sequência didática pautada na aprendizagem baseada na resolução de problemas será realizada por meio de todas as atividades entregues pelos grupos de estudantes feitas em cada momento específico da SD.

5.2.4 Investigação das percepções dos estudantes após a vivência de uma sequência didática pautada na resolução de problemas articulada à temática conversão catalítica em motocicletas.

Para análise das percepções dos estudantes referentes à sequência de ensino e aprendizagem, propomos um instrumento de coleta de dados fundamentado no uso da escala Likert (1932). A escala Likert foi pensada e produzida pelo psicólogo americano Rensis Likert. Constitui num instrumento de coleta de dados formado por assertivas que variam da seguinte forma: Concordo Totalmente (CT), concordo (C), Indiferente (I), discordo (D), discordo totalmente (DT). Diante de um tema específico de pesquisa, os indivíduos, partícipes da investigação são convidados a se posicionarem informando seu grau de concordância ou discordância. A soma das pontuações obtidas por cada indivíduo respondente corresponde a soma total obtida para cada assertiva.

A escala Likert foi escolhida neste estudo, pois é considerada um instrumento eficaz quando a coleta de dados está relacionada com uma temática que envolve sentimentos e emoções vividas pelos indivíduos em diferentes situações (LUCENA, 2020). Com base no trabalho de Lucena (2020), apresentamos a seguir no quadro (13) as assertivas que serão utilizadas para que os estudantes se posicionem com relação a cada uma delas considerando o seu grau de concordância.

Quadro 13: Assertivas para o posicionamento dos estudantes.

Assertivas para posicionamento dos estudantes	CT	C	I	D	DT
1. A compreensão do problema ocorreu sem dificuldades.					
2. A estratégia utilizada durante o curso tornou o curso mais interativo e menos cansativo.					
3. A utilização do vídeo facilitou a compreensão do problema proposto.					
4. Não foi disponibilizado recursos suficientes para que o problema fosse solucionado.					
5. Surgiram dificuldades durante a resolução do problema.					
6. O tema escolhido foi contemporâneo.					
7. A estratégia utilizada durante o curso contribuiu para a aprendizagem do tema.					
8. O trabalho em grupo proporcionou discussão.					
9. A linguagem utilizada durante o curso facilitou a compreensão do problema.					
10. O experimento realizado pelo grupo facilitou a compreensão do problema.					
11. A estratégia vivenciada pelo grupo foi pertinente para a resolução do problema.					
12. A estratégia utilizada me incentivou a trabalhar de forma mais independente do que faço normalmente nas aulas expositivas.					

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar essa pesquisa, procuramos utilizar uma metodologia ativa para oportunizar uma aprendizagem significativa para os estudantes sobre o conteúdo reações químicas utilizando a temática conversão catalítica em motocicletas. Nesse sentido, utilizamos a ABRP e construímos uma sequência de ensino e aprendizagem se apropriando das ideias de Meheut e Psillos (2004) e Freitas (2017).

Elaboramos uma avaliação diagnóstica para que nos possibilitasse um instrumento de coleta de dados sobre as concepções prévias que os estudantes trazem consigo sobre o conteúdo de reações químicas. Segundo Pozo e Crespo (1998) as concepções prévias constituem todos os conhecimentos (corretos ou incorretos) adquiridos pelo estudante ao longo da vida em suas diversas interações cotidianas e escolares. Por isso, é importante o professor conhecer as concepções prévias dos estudantes a fim de propor atividades que possibilitem a evolução conceitual deles em direção as ideias científicas consensuais.

A SD foi elaborada com base nas dimensões epistêmica e pedagógica apresentadas Meheut e Psillos (2004) e na sequência metodológica sistematizada por Freitas (2017). Na dimensão epistêmica procuramos aproximar os estudantes do conhecimento científico, à medida que oportunizamos instrumentos que os façam evoluir através de um processo de construção do seu próprio conhecimento. Na dimensão pedagógica, as atividades desenvolvidas pelo professor e as interações que serão estabelecidas entre os estudantes nos variados momentos colocados na SD, em que eles trabalham individual, em duplas e em grupos, na busca por solucionar o problema.

A situação-problema foi elaborada sistematizando com as ideias de Freitas (2017), onde o problema é apresentado aos estudantes, estes formulam suas hipóteses, o professor ativa conhecimentos prévios deles, os estudantes apresentam possíveis respostas; são realizadas atividades de didáticas para fornecer subsídios aos estudantes; os estudantes analisam e apresentam suas respostas e depois avaliam todo o processo. A situação-problema que elaboramos trata-se de um problema escolar qualitativo, segundo Pozo (1998), os problemas escolares qualitativos são

problemas abertos, onde os estudantes devem procurar explicar certo fato, a partir da análise de situações cotidianas ou científicas. Os estudantes devem utilizar seus conhecimentos prévios unindo com as informações recebidas para propor hipóteses que auxiliem na resolução do problema.

Elaboramos um instrumento que permita aos estudantes identificar suas percepções após a aplicação da sequência didática pautada na resolução de problemas que envolve o conteúdo químico reações químicas articulado a temática conversão catalítica em motocicletas. O instrumento usado para essas percepções é a escala Likert (1932) que possibilita aos estudantes se posicionarem em relação a SD informando seu grau de concordância ou discordância.

O produto educacional começou a ser pensado no primeiro ano do mestrado, no entanto, exigiu do pesquisador um enorme engajamento e muitas horas de estudo devido a imperícia com a ABRP e por estar engessado na metodologia tradicional a muitos anos em sala de aula. Este último fato, resultou na escolha pela abordagem baseada na resolução de problemas para produção desse trabalho.

Independente de possíveis erros que venham a ser encontrados nessa pesquisa, bem como no produto educacional, espero, realmente, contribuir com colegas professores de química, que pretendam visualizar o processo de ensino e aprendizagem de uma forma diferenciada daquela que é posta na maioria das instituições de ensino desse país. Sendo assim, dispomos a esse público Resolução de Problemas na Abordagem do Conteúdo Reações Químicas Articulado à Temática Conversão Catalítica em Motocicletas.

No apêndice encontra-se o produto educacional. Trata-se de uma cartilha que orienta os docentes de química do ensino básico como proceder ao trabalhar com o conteúdo de reações químicas em turmas do primeiro ano do ensino médio, usando uma sequência didática baseada na metodologia ABRP. O produto educacional foi desenvolvido usando o criador de designs canva.com e usando imagens retiradas da internet, cujos links encontram-se designados na cartilha. Após a defesa desse trabalho, a cartilha será inserida no portal educapes.capes.gov.br para acesso público.

REFERÊNCIAS

AMARAL, E. M. R. do. **Visões e concepções sobre a transformação da matéria: uma trajetória histórica para a proposição de conceitos de entropia e espontaneidade de processos.** *In:* NETO, J. E. S. Histórias da química. Curitiba: Appris, p. 193-223, 2017.

ATKINS, P. LORETTA, J. LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2018.

AZEVEDO, M.C.P.S. O ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P de (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa a prática.** São Paulo: Cengage Learning, p. 19-33, 2010.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio. Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 27de abr. de 2020.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio - **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, 2002**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf. Acesso em: 05 de nov. de 2019.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, educação em ciência e ensino das Ciências**. Lisboa: Ministério da Educação, 2002.

CAMPOS, A. F.; FERNANDES, L. dos S. Tendências de pesquisa sobre a aprendizagem baseada em problemas no Journal of Chemical Education. **Revista Pesquisa e Ensino**, v.1, e202023, p. 1-24, 2020.

CAMPOS, R. C.; SILVA, R. C. De massas e massas atômicas. **Química Nova na Escola**, v. 19, p. 8, 2004.

CAZZARO, F. Um experimento envolvendo estequiometria. **Química nova na escola**. n.10, p 53-54. 1999.

CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E.A. Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.7, no. 2, p. 100. 2012.

ECHEVERRÍA, M. P. P.; POZO, J.I. **Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender**. In: POZO, J.I. A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, p. 13-41, 1998.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16. p.458-482, 2017.

FONSECA, M. R. M. da. **Interatividade química: cidadania, participação e transformação**: volume único. São Paulo: Editora FTD S.A, p. 48- 49, 2003.

FILGUEIRAS, C. A. L. A revolução química de Lavoisier: Uma verdadeira revolução? **Química Nova**, v. 18, n. 2, p. 220-221, 1994.

FLORENCIO, A. **Agilizando - Catálise heterogênea**. 2015 (14m59s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jhrwBV2UIRU> Acesso em 03 jun. 2020.

FREITAS, A. P. **Percepções de professores de química do nível médio acerca do ensino por resolução de problemas por meio da divulgação científica de pesquisas desenvolvidas nesta direção.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

GORDILLO, M. M.; GALBARTE J. C. G. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 28, p. 17-59, 2002. Disponível em:<http://www.campus-oei.org/>. Acesso em: 05 jun. 2019.

HMELO-SILVER, C.E. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? Educational Psychology Review, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

JUSTI, R.S. A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas? **Química Nova na Escola,** p. 26, 1998.

JOHN C. K. et al.; **Química geral e reações químicas**, volume 1 / tradução Noveritis do Brasil ; revisores técnicos Eduardo Codaro e Heloisa Acciari. – São Paulo: Cengage Learning, 2019.

LACERDA, C. de C., CAMPOS, A. F. y MARCELINO-Jr, C. de A. C. Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Química Nova na Escola,** v.34, n.2, p.75-82, 2012.

LAVOISIER, A. L., 1743-1794. **Tratado elementar de química / Antoine-Laurent Lavoisier**; Fulvio Lubisco. – São Paulo: Madras, 2007.Tadução de: Traité élémentaire de chimie.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, 22, 140, p. 1-55. 1932.

LOPES, A.R.C. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. **Química Nova na Escola**. p. 7, 1995.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V., ALVES. N. G. (org.**) Aprendizagem Baseada em Problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**). – Rio de Janeiro: Publiki, 2019.

LUCENA, M. D. P. de. **Aprendizagem baseada em problemas na abordagem da temática combustão**. Dissertação de mestrado profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI. UFRPE, 80p. 2010.
MARTINS, R. A.; MARTINS, LILIAN AL-CHUEYR PEREIRA. Lavoisier e a conservação da massa. **Química Nova**, v.16, n.3, p. 245-256, 1993.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal Science Education**. vol. 26, n. 5, April 16, p. 515–535, 2004, Special Issue.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. **Quantitative and qualitative methods: opposition or complementarity?** Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul/sep, 1993.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: ensino médio.** 3. Ed. – São Paulo: Scipione, 2016.

NERY, A.R.L.; BASSI, A.B.M.S. A quantidade de matéria nas ciências clássicas. **Química Nova**, v. 32. n.7, p.1961-1964, 2009.

PIAGET, J. **Para onde vai a educação?** Tradução de Ivete Braga, 5ª ed. Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Editora, 1977.

POZO, J. I. (Org.). **A Solução de problemas:** aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J.I.; CRESPO, M.G.A. **A solução de problemas nas ciências da natureza**. In: POZO, J.I. A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, p. 67-98, 1998.

RANGEL, M.d.C e CARVALHO, M.F.A. Impacto dos catalisadores automotivos no controle da qualidade do ar. **Química Nova**, v. 26, n. 2, p. 265-277, 2003.

ROSA, M.I.F.P.S e SCHNETZLER, R.P. Sobre a importância do conhecimento transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, p.34, 1998.

ROZENBERG, I. M. **Química Geral**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

RUSMANSYAH.; YUANITA, L.; IBRAHIM, M.; ISNAWATI.; PRAHANI, B. K. **Journal of Technology and Science Education***,* v.9, n.1, p. 59-76, 2019.

SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M.R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, p.27, 1995.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.C.; CHAGAS, A.P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, v. 20. n.1, p.103-106, 1977.

VALDEZ, J. E.; BUNGIHAN, M. E. Problem-based learning approach enhances the problem solving skills in chemistry of high school students. **Journal of Technology and Science Education***,* v.9, n.3, p. 282-294, 2019.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXOS

O **anexo A** - Escapamento, mais do que um simples tubo, e o **anexo B** - PROMOT - Programa de controle da poluição do ar por motociclos e veículos similares, foram convertidos em documento do word, porém seus conteúdos foram mantidos na íntegra, podendo ser consultados nos seguintes endereços:

Anexo A: https://www.honda.com.br/motos/blog/escapamento-mais-do-que-um-simples-tubo

Anexo B: https://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/promot_163.pdf

Anexo A

Escapamento, mais do que um simples tubo.

O sistema de escape nada mais é do que um simples tubo pelo qual sai ar quente, às vezes fumacento, que tem como função apenas abafar o ruído do motor? Quem respondeu “sim”, errou feio!

Na verdade, o “simples tubo” de simples não tem nada. O projeto de engenharia de um sistema de escapamento demanda um apurado estudo técnico, que visa não apenas o melhor desempenho do motor como também o respeito às leis de ruídos e emissão de poluentes na atmosfera.

Para cumprir estas missões fundamentais, todo sistema de escapamento abriga, em seu interior, um complexo dispositivo conhecido como catalisador ou conversor catalítico. Tal equipamento é fundamental para realizar o tratamento dos gases derivados da queima da mistura ar-combustível expelidos pelo motor

Ao passarem pelo catalisador, os gases são modificados através de um processo químico, que reduz significativamente os componentes nocivos à saúde, transformando o que é lançado na atmosfera em elementos menos agressivos ao meio-ambiente e à saúde humana.

Limitar o nível de ruídos é outro aspecto fundamental do sistema de escapamento: o estresse derivado da poluição sonora é reconhecido como um dos grandes vilões da saúde, um inimigo traiçoeiro, que provoca irritação, alterações no sono e até doenças cardiovasculares.

Pretos, cromados, longos ou curtinhos, escapes tem uma grande importância estética no design de uma motocicleta. Não são poucos os que substituem o sistema original – as vezes só a ponteira – por modelos oferecidos pelo mercado paralelo. Porém, se beleza é um fator subjetivo – o que uns admiram outros detestam – alterar a originalidade do sistema de escapamento definitivamente não compensa.

Ao contrário do que muitos imaginam, as ponteiras ditas “esportivas” não oferecem ganho real em termos de desempenho. Aliás, o mais comum é a piora nos índices de aceleração e retomada de velocidade. A retirada do catalisador certamente deixa o caminho dos gases queimados mais livres, coisa que muitos acreditam melhorar a performance. Contudo, trata-se apenas de falsa impressão, muitas vezes gerada pelo maior ruído emitido.

Obter melhor rendimento com escape ou mesmo apenas com ponteiras mais “livres” exige um reajuste completo do motor, alterando componentes como o cabeçote, sistema de admissão e a parte eletrônica, serviço este que apenas profissionais dedicados à preparação de motores de competição estão aptos a fazer.

Esta busca pela performance, além de cara, implicaria em perda da garantia de fábrica, da confiabilidade do motor, em maior consumo de combustível e menor durabilidade. Além disso, alterar características originais e/ou desrespeitar os limites de ruído são passíveis de punições como multa ou até mesmo a apreensão do veículo pelos agentes de trânsito.

Como se vê, a aparentemente inofensiva alteração dos sistemas originais de escapamento é danosa em muitos aspectos, verdadeiro crime que não compensa.

DICAS: COMO AUMENTAR A VÍDA ÚTIL DO SISTEMA DE ESCAPE

1) Preserve a originalidade, não realize modificações

2) Respeite o prazo entre revisões estipulado pelo fabricante

3) Use sempre combustível e lubrificantes de boa qualidade

4) Choques ou amassados demandam análise por mecânicos especializados

5) Trajetos curtos com motor frio diminuem a vida útil. Evite-os se possível.

Anexo B

PROMOT - PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR MOTOCICLOS E VEÍCULOS SIMILARES

O vertiginoso crescimento do segmento das motocicletas e veículos similares nos últimos anos no país e seu perfil de utilização, notadamente no segmento econômico de prestação de serviços de entregas em regiões urbanas, tornou necessário o estabelecimento de um programa específico para o controle das emissões dessa categoria de veículo automotor, muito em razão dos elevados fatores de emissão dos mesmos quando comparados aos automóveis novos.

Nas grandes metrópoles a preocupação com a poluição das motocicletas é ainda maior. Estima-se que enquanto um carro roda em média 30 quilômetros por dia, as motos de entrega percorram até 180 quilômetros, poluindo tanto quanto 120 automóveis.

Assim surgiu em 2002 o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares – PROMOT, introduzido pela Resolução nº 297/2002 do CONAMA, com o objetivo de complementar o controle do PROCONVE e contribuindo, sobremaneira, para reduzir a poluição do ar por fontes móveis no Brasil. A legislação que fundamenta o PROMOT foi baseada nas legislações vigentes na Europa, principalmente na Diretiva das Comunidades Européias de nº 97/24/EC, sendo que os primeiros limites propostos para vigorar a partir de 2003 (equivalentes ao limites EURO I), levaram em consideração o estágio tecnológico em que se encontrava a indústria nacional de motociclos e similares. Seguiram-se fases posteriores com reduções significativas nas emissões, em equivalência aos limites estabelecidos pela CEE (limites EURO II e EURO III). Subsequentemente, foram publicadas a Instrução Normativa IBAMA n° 17/2002 e a Resolução CONAMA 342/2003, complementando a Resolução 297/2002, estabelecendo limites EURO III para os motociclos, e cuja entrada em vigor se deu em 2009.

Tais marcos posicionaram o Brasil apenas uma fase de controle atrás da Comunidade Européia, e resultaram na redução de 2/3 da emissão de monóxido de carbono, em relação aos modelos anteriores sem controle de emissão.

De maneira análoga ao PROCONVE, são denominadas "fases" do PROMOT os interregnos de tempo entre a vigência de um determinado limite de emissão dado pela legislação e a entrada em vigor de novos limites mais restritivos (Fases "M"). Nas fases estão contempladas inovações tecnológicas nos ciclomotores e similares que possibilitam a redução das emissões. Outro ponto importante é que o controle pelo PROMOT é executado a partir da classificação dos ciclomotores em razão de seu deslocamento volumétrico (cilindradas).

Estratégia de implantação do PROMOT (Fases “M”)

Fase	Implantação	Característica / inovação
M-1	2003-2005	Estabeleceu os limites iniciais máximos de emissão de gases de escapamento pra ciclomotores novos (veículos de duas rodas e seus similares, providos de um motor de combustão interna, cuja cilindrada não exceda a cinquenta centímetros cúbicos
M-2	2006-2008	Iniciou a segunda fase com reduções drásticas dos limites estabelecidos pela 1ª fase (CO = redução de 83% na emissão; Hidrocarbonetos + NOx = redução de 60%).
M-3	2009 em diante	Contemplou todos os modelos de ciclomotores, motociclos e veículos similares novos e veículos em produção. Nesta fase, também ocorre uma redução significativa das emissões de poluentes sendo, em alguns casos, superiores a 50% dos limites previstos na fase anterior.

Evolução dos limites de emissão para Ciclomotores, Motociclos e Similares de acordo com as fases do PROMOT

Veículos	Fase	Cilindradas	CO (g/km)	HC + NOx (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	COc (% vol)
Ciclomotores	Fase 1 - 2003	-	6,00	3,00	-	-	-
	Fase 2 - 2005	-	1,00	1,20	-	-	-
Motociclos e Similares	Fase 1 - 2003	<= 250 cc > 250 cc	13,00	- -	3,00	0,30	6,00% 4,50%
	Fase 2 - 2005	< 150 cc	5,50	-	1,20	0,30	-
		>= 150 cc		-	1,00		-
	Fase 3 - 2009	< 150 cc	2,00	-	0,80	0,15	-
		>= 150 cc		-	0,20		-

RESULTADOS DO PROMOT

Os principais resultados alcançados pelo PROMOT até então, mostram de forma inequívoca grandes ganhos no controle de emissão de poluentes por esses veículos. Em 2000, uma motocicleta nova emitia uma quantidade 16 vezes superior de monóxido de carbono que um veículo vendido atualmente (12 g/Km rodado contra 0,73 g/Km de um automóvel). Já em 2006 esse índice baixou para 2,3 g/km em motos contra 0,33 g/km dos carros (os dados referem-se a motos com motores de 150 cilindradas ou menos). Com a implantação do programa houve redução das emissões em cerca de 80% para o monóxido de carbono e 70% para os hidrocarbonetos, sendo que em 2009, os limites de emissão de gases poluentes para motociclos e automóveis serão bastante similares.

APÊNDICE

Produto Educacional intitulado “ Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas – Reações Químicas- Conversão Catalítica em motocicletas” em forma de cartilha para professores da educação básica.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PRPPG
Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional– PROFQUI

Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Reações Químicas - Conversão Catalítica em Motocicletas

Vicente Maxim da Silva Araújo
Angela Fernandes Campos

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n
Dois Irmãos - CEP: 52171-900, Recife/PE
URL: http://rpeq.ufrpe.br/
E-mail: angelaufrpe@gmail.com

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n
Dois Irmãos - CEP: 52171-900, Recife/PE
URL: http://www.profqui.ufrpe.br/
E-mail: vicentemaxim33@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PRPPG
Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional– PROFQUI

Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Reações Químicas - Conversão Catalítica em Motocicletas

Recife- PE
UFRPE
2020

Sumário

Apresentação 5

Considerações iniciais 6

Sequência didática 7

Sequência metodológica 8

Momentos da nossa SD 9

Situação-problema 17

Avaliação diagnóstica 18

Escala Likert 26

Referências 27

Links consultados 28

Apresentação

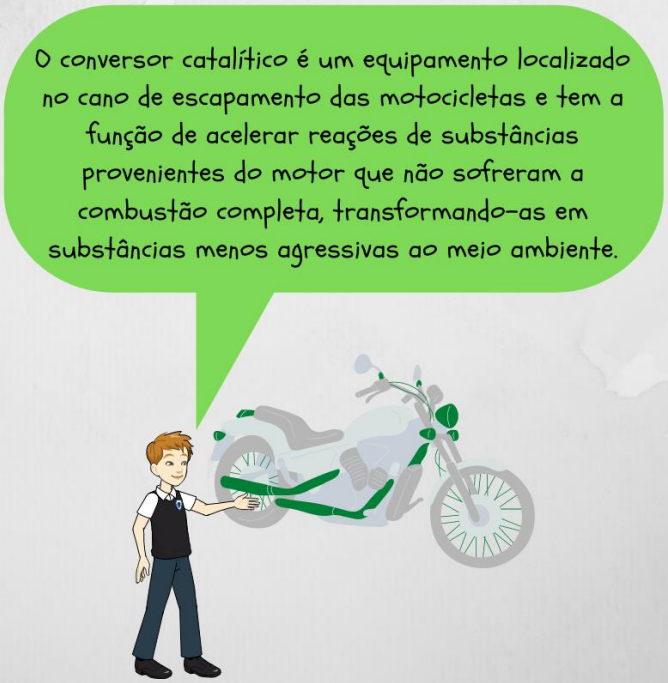
Pretendemos com essa proposta fornecer um produto educacional que utiliza uma metodologia diferenciada para a aprendizagem do conteúdo de reações químicas, em turmas de primeiro ano de ensino médio. Criamos uma sequência didática a partir da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) articulando o conteúdo reações químicas à temática conversão catalítica em motocicletas. A sequência didática foi pensada para atender os professores de química e seus estudantes, pois utiliza recursos de fácil acesso para aplicação no contexto escolar.

Os autores

Considerações iniciais

A ABRP é uma metodologia que instiga os estudantes na construção de sua aprendizagem, a partir de um problema que se mostra como um obstáculo, ou seja, não consigam resolver de imediato, mas exija deles a ativação dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Consideramos nossa proposta consistente com o que preconiza o documento norteador dos currículos do ensino médio e, a partir disso, produzimos uma sequência didática, utilizando a ABRP, e o conteúdo reações químicas - articulado a conversão catalítica em motocicletas- visando colaborar com os profissionais de química do ensino médio, no sentido de construir uma aprendizagem mais significativa em seus estudantes.



Sequência didática

Utilizamos as orientações dadas por Meheut e Psilos (2004) e também a sequência metodológica da ABRP sistematizada por Freitas (2017) para organização da nossa SD. Segundo esses autores, para elaboração de uma sequência de ensino aprendizagem deve ser levado em consideração as dimensões epistêmicas e pedagógicas. Na dimensão epistêmica são considerados o conhecimento científico e o mundo material. A busca pela construção de significado encontrado no mundo material se dá através do conhecimento científico. Na dimensão pedagógica os personagens, estudantes e professor, do processo de ensino aprendizagem e suas relações na busca pelo conhecimento.

Fonte: Meheut e Psillos (2004, tradução nossa).

SEQUÊNCIA METODOLÓGICA DO ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.

Proposição do(s) problema(s)

· Os alunos são confrontados com uma situação problemática ainda antes dos conteúdos disciplinares serem explorados pelo professor.

Formulação de hipóteses

· O professor ativa os conhecimentos prévios dos alunos.
· Os alunos apresentam as questões lhes suscitam e apontam possíveis respostas para a situação problemática proposta.

Realização de Atividades Didáticas

· O professor expõe os conteúdos inerentes ao problema (aula expositiva).
· Os alunos realizam atividades preparadas pelo professor, relacionadas ao conteúdo/contexto do problema proposto por meio de recursos didáticos.
· Os alunos podem ser organizados em grupos.
· E são incentivados a buscar respostas em outras fontes de informações e a elaborar suas próprias estratégias de resolução.

Resolução do(s) Problema(s)

·Os alunos analisam as informações obtidas na etapa anterior.
·Apresentam, individualmente ou em grupo, uma solução final (caso ela exista) para o problema com o qual foram confrontados inicialmente.

Avaliação do Processo

·Professor e alunos analisam a(s) solução(ões) encontradas.
·Verificam a validade das mesmas.
·Verificam os conhecimentos desenvolvidos (conceituais, procedimentais e atitudinais).
·Avaliam todo processo de resolução

Fonte: Freitas (2017)

8

Momentos da nossa SD

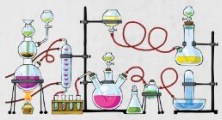
1° Avaliação diagnóstica

2° Situação-problema

3° Aula expositiva/discursiva

4° Vídeo sobre reações químicas

5° Aulas experimentais



6° Construção de modelo atômico/molecular

7° Vídeo sobre conversor catalítico

8° Apresentação das respostas dos estudantes

1º MOMENTO

Avaliação diagnóstica

Tempo: 50 minutos

Atividade: Aplicação de questionário

Procedimento: Realizar explanações acerca da intervenção didática. Em seguida aplicar questionário impresso em papel com alunos para se obter uma avaliação diagnóstica dos seus conhecimentos prévios sobre o conceito de reações químicas (página 18).

2º MOMENTO

Leitura e apresentação do problema

Tempo: 50 minutos

Atividade: Leitura e apresentação do problema; Levantamento de hipóteses; Identificação as informações imprescindíveis e as deficiências na aprendizagem.

Procedimento: Após a leitura e apresentação do problema por um dos estudantes, eles deverão formar duplas (D1, D2, D3,...,D10) e fazer o levantamento dos seus conhecimentos prévios anotando o que sabem sobre o tema.

Em seguida, deverão formular hipóteses na tentativa de resolver o problema. Identificar as informações imprescindíveis e as deficiências na aprendizagem.

A partir das respostas e das hipóteses levantadas pelos alunos serão aplicados os demais passos da sequência didática no intuito de fornecer elementos que instiguem os estudantes na busca pelas soluções do problema e na produção de outros conhecimentos que propiciem um entendimento do conceito científico de reações químicas.

3º MOMENTO

Aula explicativa/ expositiva com discussões

Tempo: 50 minutos

Atividade: Aula explicativa/ expositiva com discussões envolvendo o conteúdo explanado

Procedimento: Realização de uma aula expositiva/ explicativa sobre reações químicas seguida de questionamentos e discussões acerca do conteúdo. Será solicitado que os alunos façam anotações no caderno para servir de registro.

4ºMOMENTO

Exposição de vídeo sobre a história das reações químicas.

Tempo: 50 minutos

Atividade: Exposição de vídeo sobre história das reações químicas; Atividade em grupo.

Procedimento: Após a aplicação do vídeo será levantado debate sobre a importância da história da química dando ênfase ao tema reações químicas. Em seguida, será aplicado uma atividade que deverá ser respondida em grupos de quatro alunos. Essa atividade constará de quatro perguntas abertas sobre o vídeo. Os alunos receberão as perguntas impressas em papel ofício e deverão responde-las na própria folha e entregá-las, após responder, ao professor.

Reações químicas: os primórdios

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=HLAxYoLDO7E.
Acesso, dezembro de 2019

Perguntas relacionadas ao vídeo reações químicas os primórdios:

1) Quando a madeira queima, no que ela se transforma? Escreva a equação química que representa essa transformação.

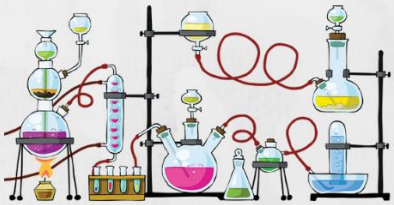
2) O vídeo fala que é possível encontrar o metal cobre livre na natureza, mas que ele também pode ser obtido se forem escolhidas as pedras certas e colocadas no fogo. Logo, ao queimar essas pedras pode-se obter cobre metálico. Esse processo de obtenção do cobre representa uma reação química? Em caso positivo, escreva a equação que representa essa transformação. Se julgar negativo, explique o porquê.

3) Na queima da madeira, durante sua transformação, principalmente, em cinzas, que mudanças podem ser observadas durante essa transformação?

4) Cite pelo menos dois produtos do nosso cotidiano, mostrados no início do vídeo, que foram obtidos a partir de transformações químicas? Escolha um desses produtos e indique a matéria-prima que o originou.

5º MOMENTO

Realização de aulas experimentais.



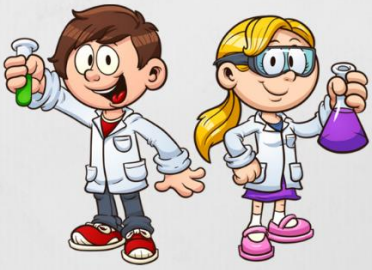
Tempo: 50 minutos

Atividade:

Experimento 1: Decomposição do peróxido de hidrogênio por catálise enzimática (batata inglesa e água oxigenada)
Experimento 2: Adsorção de moléculas de corante em solução aquosa a superfície do carvão ativado

Procedimento:

Para aplicação desse quinto momento serão realizadas aulas experimentais podem ser realizadas na própria sala de aula, caso a escola não disponha de laboratório de química amplo que comporte todos os estudantes com segurança. Antes da realização dos experimentos o professor orientará a turma sobre as normas de segurança em laboratório. Os alunos formarão cinco equipes com quatro alunos. Cada equipe realizará os mesmos experimentos e deverão escolher um colega do grupo para fazer as anotações acerca das observações identificadas pela equipe durante a realização de cada experimento.



6º MOMENTO

Utilização de modelo atômico/ molecular. (massa de modelar e palitos de dente)

Tempo: 50 minutos

Atividade:

Montagem de modelos atômicos/moleculares com massa de modelar e palitos. Escrever as equações químicas devidamente balanceadas das reações químicas indicadas pelo professor

Procedimento:

Será solicitado aos estudas que formem quatro grupos de cinco participantes. Em seguida, o professor disponibilizará o material necessário. Os grupos receberão massinhas de modelar com as mesmas cores. Haverá uma votação para que os alunos escolham uma cor para cada elemento químico. Exemplo, carbono fica com a cor preta. Decidido as cores de cada elemento, todos os grupos adotarão as cores escolhidas para seus respectivos elementos químicos. A adoção de mesma cor pelos grupos é para que não haja confusão na hora de comparar as respostas. O professor escreverá duas equações químicas no quadro. No entanto, no lugar das fórmulas químicas será usado os nomes dos reagentes e produtos, cabendo aos alunos pesquisar no celular as fórmulas químicas e montar as equações químicas, devidamente balanceadas, identificando reagentes e produtos.

7º MOMENTO

Exposição de um vídeo sobre o tema envolvendo o problema proposto: transformações que ocorrem em um conversor catalítico.

Tempo: 50 minutos

Atividade: Apresentação de vídeo e texto sobre conversores catalíticos em motocicletas.

Orientações sobre a produção de slides com as respostas encontradas para o problema proposto neste estudo e dos conhecimentos adquiridos durante o processo.

Procedimento: Apresentação de um vídeo sobre o funcionamento do conversor catalítico em motocicletas e disponibilização de um texto "intitulado: escapamento, mais do que um simples tubo" retratando o mesmo tema. Após as apresentações do vídeo do texto o professor passará os informes e as orientações de como serão as apresentações da(s) solução (ões) para o problema proposto. Será solicitado que os alunos retomem suas duplas iniciais (1º momento) e produzam slides com a solução do problema, objeto dessa pesquisa, apresentando, também outros conhecimentos que aprenderam durante o processo.

Vídeo - Fonte: Disponível: https://www.youtube.com/watch?v=G9dECQ7jMHc.

Texto - Fonte: https://www.honda.com.br/motos/blog/escapamento-mais-do-que-um-simples-tubo. Acesso, abril 2020

8º Momento

Apresentação das respostas ao problema

Tempo: 50 minutos

Atividade:

Exposição em slides das respostas encontradas para o problema proposto neste estudo e dos conhecimentos adquiridos durante o processo.

Procedimento:

Nesse momento da intervenção didática, os alunos voltarão a formar as duplas iniciais e de acordo com as orientações dadas pelo professor no momento anterior, deverão fazer suas apresentações da(s) solução(ões) às questões da situação-problema utilizando agora uma linguagem mais próxima daquela exigida pelo conhecimento científico.

A análise da compreensão dos estudantes após a vivência da sequência didática pautada na aprendizagem baseada na resolução de problemas será realizada por meio de todas as atividades entregues pelos grupos de estudantes feitas em cada momento específico da SD e os estudantes terão a oportunidade de apresentar suas opiniões acerca da sequência didática respondendo as assertivas da escala Likert.

Situação-problema

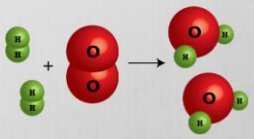
Na tentativa de diminuir as despesas com transporte e aumentar a rapidez na locomoção, muitas pessoas têm sido influenciadas a adquirir motocicletas como forma de transporte alternativo. Em consequência, o número de motocicletas nas ruas tem aumentado vertiginosamente o que vem acarretando um acréscimo no nível de poluição dos grandes centros urbanos. Para amenizar essa agressão ao meio ambiente, as motocicletas possuem em seu sistema de escapamento um equipamento fundamental, o conversor catalítico ou catalisador.

Com base no que fora exposto no texto acima, pergunta-se:

Q1) A maioria das motocicletas utilizam a gasolina e o álcool como combustíveis. Após a combustão, essas substâncias, gasolina e álcool, continuam sendo as mesmas ou se transformam em outras substâncias? Em caso afirmativo, escreva os nomes dessas novas substâncias.

Q2) No conversor catalítico acontecem transformações físicas ou químicas? Explique sua resposta.

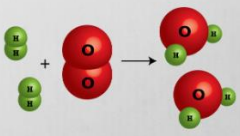
Q3) Você poderia citar outros exemplos de transformações cotidianas similares àquelas que acontecem no conversor catalítico?



Avaliação diagnóstica

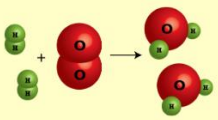
Para que se possa fazer uma avaliação diagnóstica dos estudantes foi elaborado um questionário com quatro perguntas, para avaliar os conhecimentos deles sobre o conceito de reações químicas. Na análise das respostas desses alunos foram consideradas quatro categorias de análise(LACERDA, 2012):

Resposta Satisfatória (RS)
Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)
Resposta Insatisfatória (RI)
Não Respondida (NR).



Questão Nº 1 da Avaliação Diagnóstica

Enunciado



Se aquecermos o iodo sólido (bolinhas de cor cinza) ele sofrerá sublimação e se formará um gás de cor lilás e um cheiro forte e irritante. Ao queimarmos o carvão também haverá liberação de gás (fumaça) e um cheiro característico. Em qual dos dois casos ocorre uma transformação química? Justifique.

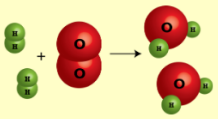
Objetivo

Essa questão tem por finalidade identificar a compreensão dos alunos sobre o que é uma transformação química, diferenciando-a de uma transformação física. Aqui, busca-se usar duas situações similares com o intuito de identificar se os alunos apresentam a noção científica esperada de reação química. A ideia é partindo de dois experimentos similares aprofundar a discussão sobre reação química e processo físico a partir de fenômenos semelhantes. De acordo com Piaget (1977) é necessário oportunizar atividades experimentais aos alunos, para que eles, de forma espontânea, possam validar ou invalidar as hipóteses que formularam na tentativa de explicar um determinado fenômeno.

Avaliação

Para efeito de avaliação serão consideradas satisfatórias (RS) as respostas daqueles alunos que indicarem que no experimento do iodo ocorreu uma transformação física em virtude de se tratar apenas de uma mudança de estado físico, podendo ser facilmente recuperada a fase sólida com o resfriamento da fase gasosa. E no caso do aquecimento do carvão, ocorre uma reação química porque o carvão contém carbono e ao ser aquecido entra em combustão reagindo com oxigênio do ar e formando o gás carbônico. As respostas serão consideradas parcialmente satisfatória (RPS) se os alunos conseguirem classificar adequadamente e propuserem uma explicação para suas respostas. Essas respostas devem demonstrar que eles usaram seus conhecimentos prévios, no entanto, não souberam verbalizar para uma linguagem próxima da proposta pelo modelo científico. Serão consideradas as respostas insatisfatórias (RI) aquelas em que os alunos classificaram de maneira errada e/ou propuserem uma explicação inadequada para sua escolha. Serão consideradas como não respondidas (NR) as questões em que os alunos não apresentarem respostas.

Questão Nº 2 da Avaliação Diagnóstica



Enunciado

A seguir são apresentadas algumas situações do cotidiano. Assinale a(s) situação(ões) em que está(ão) ocorrendo reação(ões) química(s) e apresente duas evidências que justifiquem suas respostas.

( ) Enferrujamento de um portão por falta de pintura
( ) Apodrecimento de uma fruta
( ) Preparar uma garapa dissolvendo o açúcar na água
( ) Combustão da gasolina dentro do motor de um veículo
( ) Cozimento de um alimento
( ) Desbotamento de uma roupa colorida ao entrar em contato com a água sanitária
( ) Derretimento do gelo
( ) Explosão de uma bomba

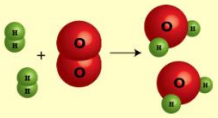
Objetivo

Na questão 2 busca-se colocar os alunos frente as situações do dia-a-dia com a intenção de fazê-los perceber os diversos tipos de reações químicas que os cercam e, usando as evidências macroscópicas possam diferir entre as reações químicas e as transformações físicas. Neste caso, são consideradas reações químicas enferrujamento de um portão por falta de pintura (evidências macroscópicas: mudança de cor e corrosão do metal devido à ação do oxigênio atmosférico), apodrecimento de uma fruta (evidências macroscópicas: mudança de cor, sabor, cheiro, textura), combustão da gasolina dentro do motor de um veículo (evidências macroscópicas: produção de gases, aquecimento, produção de vapor de água), cozimento de um alimento (evidências macroscópicas: mudança de cor, cheiro, sabor, textura), desbotamento de uma roupa colorida ao entrar em contato com a água sanitária (evidências macroscópicas: mudança de cor, enfraquecimento do tecido) e explosão de uma bomba (evidências macroscópicas: produção de gases, liberação de calor e luz, odor). São classificados como fenômenos físicos preparar uma garapa dissolvendo o açúcar na água (o açúcar apenas se dissolve, ou seja, tem sua partículas dispersas no solvente água, porém continua sendo sacarose) e derretimento do gelo (trata-se de uma mudança de fase da água, passando da fase sólida para a líquida).

Questão Nº 2 da Avaliação Diagnóstica

Avaliação

Serão consideradas como respostas satisfatórias (RS) a correta identificação das situações que representem reações químicas, desde que sejam apresentadas as evidências que foram identificadas por eles para que fossem tomadas essas decisões. Serão consideradas como parcialmente satisfatória (RPS) aquelas respostas que apresentem a correta identificação de mais da metade das situações acompanhadas das suas evidências. As respostas consideradas insatisfatórias (RI) serão aquelas em que os acertos atingirem um número menor que a metade das situações apresentadas. Quando os alunos não apresentarem respostas (NR) serão considerados como questão não respondida.

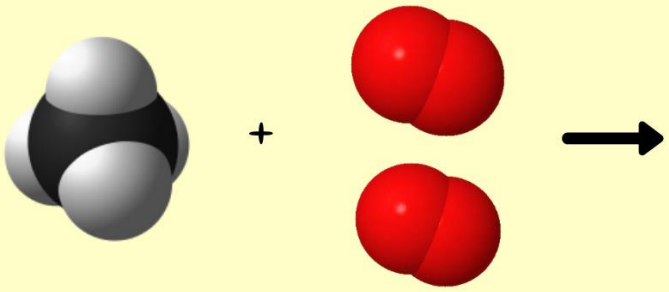


Questão Nº 3 da Avaliação Diagnóstica

Enunciado

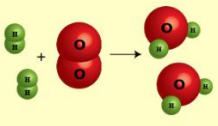
A imagem a seguir representa um modelo atômico/molecular para a reação química entre o gás metano (CH4) e o gás oxigênio (O2) formando gás carbônico (CO2) e água (H2O). Na imagem só aparece os reagentes, faça um desenho semelhante (pintando com as mesmas cores os átomos de um mesmo elemento químico) mostrando os produtos formados colocando-os a direita da seta. O carbono está representado pela bola de cor preta, o hidrogênio de cor cinza e o oxigênio de cor vermelho.

Figura : Modelo atômico/molecular da reação metano e oxigênio



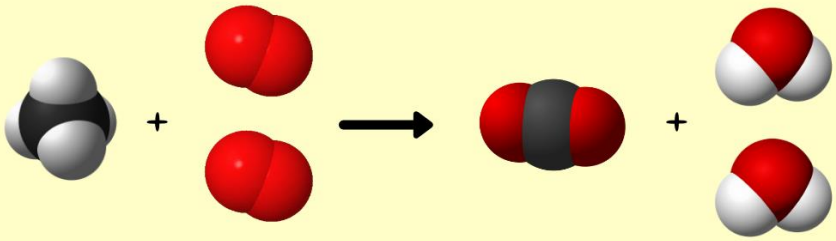
Fonte: pt.slideshare.net

Atkins, Jones e Laverman (2018) relatam que essa reação trata-se de uma de reação de combustão em que o metano reage com o oxigênio do ar, convertendo-se a dióxido de carbono e água e liberando energia, sendo portanto, exotérmica. As ligações carbono-hidrogênio da molécula do metano são substituídas pelas ligações O-H, presentes na água, e a ligação oxigênio – oxigênio é substituída por duas ligações C=O. A seguir temos a equação que representa essa reação:



Questão Nº 3 da Avaliação Diagnóstica

Figura 15: Reação de combustão do metano



$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

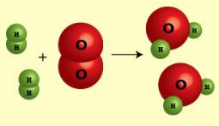
Fonte: https://pt.slideshare.net/fabioois/combusto-17859548. Acesso, janeiro de 2020.

Objetivo

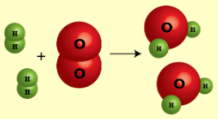
Nessa questão os alunos são provocados a através de uma representação atômico/molecular, demonstrar seus conhecimentos sobre o rompimento das ligações entre os átomos que formam as moléculas dos reagentes, havendo um novo reordenamento desses átomos com consequente formação de novas ligações e dando origem aos produtos.

Avaliação

Com base nessas informações serão consideradas respostas satisfatórias (RS) aquelas em que os alunos conseguirem apresentar um desenho condizente com as representações das moléculas de gás carbônico e água nas quantidades certas (uma molécula de gás carbônico e duas moléculas de água); Serão consideradas parcialmente satisfatórias (RPS) as respostas dos alunos que conseguirem fazer os desenhos das moléculas do gás carbônico e da água em quantidades diferentes daquelas que causariam o balanceamento da equação; As respostas que apresentarem desenhos que não condizem com as moléculas de gás carbônico e água serão consideradas insatisfatórias (RI) e os alunos que não apresentarem respostas serão consideradas não respondida (NR).



Questão Nº 4 da Avaliação Diagnóstica



Enunciado

A amônia é uma substância que pode ser utilizada na fabricação de fertilizantes agrícolas, de produtos de limpeza, de explosivos, fibras e plásticos, entre outros produtos. Considerando que a amônia (NH3) seja obtida através de uma reação entre os gases hidrogênio (H2) e nitrogênio (N2) e considerando ainda que a reação seja completa (sem reagentes em excesso) responda as questões abaixo de acordo com as leis de Lavoisier (conservação das massas) e Proust (proporções fixas).

$$N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrow 2NH_3(g)$$

Dados (massas molares: N2 = 28g/mol; H2 = 2g/mol e NH3 = 17g/mol)

a) Qual a quantidade de amônia formada se reagirem 6g de gás hidrogênio com 28g de gás nitrogênio?

b) Qual a quantidade de gás hidrogênio consumida e de amônia formada, se forem utilizados 14g de gás nitrogênio?

c) Que quantidades dos gases hidrogênio e nitrogênio devem reagir para formar 68g de amônia?

d) Qual a quantidade de gás nitrogênio consumida e de amônia formada, se forem utilizados 24g de gás hidrogênio?

e) Qual a quantidade de gás hidrogênio consumida e de amônia formada se forem utilizadas 280g de gás nitrogênio?

Objetivo

Nessa questão serão trabalhados cálculos matemáticos aplicados as leis da conservação da massa (Lei de Lavoisier) e as proporções definidas (Lei de Proust).

Questão Nº 4 da Avaliação Diagnóstica

Avaliação

Para avaliação dessa questão serão usados os critérios resposta satisfatória (RS) para as respostas dos alunos que encontrarem os seguintes valores:

Alternativa a) 34g de amônia;

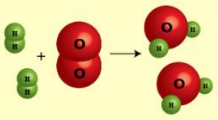
Alternativa b) 3g de gás hidrogênio e 17g de amônia;

Alternativa c) 12g de gás hidrogênio e 56g de gás nitrogênio;

Alternativa d) 112g de gás nitrogênio e 136g de amônia;

Alternativa e) 60g de gás hidrogênio e 340g de amônia.

Serão consideradas respostas parcialmente satisfatória(RPS) aquelas em que os alunos apresentarem mais de cinquenta por cento de acerto; resposta insatisfatória (RI) aquelas respostas com menos de cinquenta por cento de acerto e não respondida (NR) quando os alunos não apresentarem respostas. Na aplicação desse questionário, os alunos deverão responder individualmente. Para auxiliá-los será feita a leitura e discussão do mesmo antes deles começarem a responder. O questionário será aplicado no formato impresso em papel e disponibilizado pelo pesquisador que informará aos mesmos que eles terão um tempo de 50 minutos para devolução do questionário respondido.



Assertivas para o posicionamento dos estudantes. (Escala Likert)

Assertivas para posicionamento dos estudantes	CT	C	I	D	DT
1. A compreensão do problema ocorreu sem dificuldades.					
2. A estratégia utilizada durante o curso tornou o curso mais interativo e menos cansativo.					
3. A utilização do vídeo facilitou a compreensão do problema proposto.					
4. Não foi disponibilizado recursos suficientes para que o problema fosse solucionado.					
5. Surgiram dificuldades durante a resolução do problema.					
6. O tema escolhido foi contemporâneo.					
7. A estratégia utilizada durante o curso contribuiu para a aprendizagem do tema.					
8. O trabalho em grupo proporcionou discussão.					
9. A linguagem utilizada durante o curso facilitou a compreensão do problema.					
10. O experimento realizado pelo grupo facilitou a compreensão do problema.					
11. A estratégia vivenciada pelo grupo foi pertinente para a resolução do problema.					
12. A estratégia utilizada me incentivou a trabalhar de forma mais independente do que faço normalmente nas aulas expositivas.					

A escala Likert foi pensada e produzida pelo psicólogo americano Rensis Likert. Constitui num instrumento de coleta de dados formado por assertivas que variam da seguinte forma

Escala Likert
Concordo Totalmente (CT)
Concordo (C)
Indiferente (I)
Discordo (D)
Discordo Totalmente (DT)

Referências

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 27de abr. de 2020.

FREITAS, A. P. Percepções de professores de química do nível médio acerca do ensino por resolução de problemas por meio da divulgação científica de pesquisas desenvolvidas nesta direção. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

LACERDA, C. de C., CAMPOS, A. F. y MARCELINO-Jr, C. de A. C. Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. Química Nova na Escola, v.34, n.2, p.75-82, 2012.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology, 22, 140, p. 1-55. 1932.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química: ensino médio. 3. Ed. - São Paulo: Scipione, 2016.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. International Journal Science Education. vol. 26, n. 5, April 16, p. 515-535, 2004, Special Issue.

PIAGET, J. Para onde vai a educação? Tradução de Ivete Braga, 5ª ed. Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Editora, 1977.

POZO, J. I. (Org.). A Solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Links utilizados

https://www.canva.com/design/DAEKFiFqVD8/FyoGzZ8B1OZSOBtPssSEhg/edit

https://pngimage.net/equipe-png-1/

https://cidadeemnumeros.com.br/2018/05/21/consulta-a-pmscs-sobre-pesquisa-domiciliar-de-avaliacao/

https://cdn.shortpixel.ai/client/q_glossy,ret_img/https://aulaparticular.floripa.br/wp-content/themes/blankslate/img/quimica.png

https://www.josefinosdemurialdo.com.br/2014/userfiles/uploads/images/videos_download.png

https://www.pinclipart.com/picdir/big/32-329520_home-supply-solutions-products-to-encourage-exploration-laboratorio.png

https://i.pinimg.com/originals/93/51/39/935139905980d5084c0dc4a870bd8e4.png

https://images.vexels.com/media/users/3/205958/isolated/preview/58f0be7b7451188c41bf7efc823dede36-chemistry-molecules-flat-by-vexels.png

https://webstockreview.net/images/community-clipart-social-involvement-3.png

https://pngimage.net/wp-content/uploads/2018/05/business-collaboration-png-2.png

https://lh3.googleusercontent.com/proxy/z4dfYM3xbwgdBpBN-y3lPbxmvBPg2bjkakHWt2omQ2ZubWa0QKiwCgRU0qfpKBGQLUP0TvIC7rVMM093JTxkMYp6VMuoSNUC2ZY

https://lh3.googleusercontent.com/proxy/8UGzQipWyYrZ90MPCU91BF1LRK6L8LGdWHru60mIRE_74ST0r7w6dgKjtfoDF18bhQ2w2qH19U7fQpUmZIcs_PP9QUqyRyS5

https://www.ifpb.edu.br/prpipg/pasta-imagens-da-prpipg/ufrpe.png/@@images/359b715b-66d6-421b-8cc2-aa83ea0fbef3.png

https://www.ck12.org/flx/render/perma/resource/default/image/user%3Ack12editor/4db907a68af1f7fbd2f39e6cff2675a9.png